

Ueber
Brunnenanlagen und Standgefäße
für gekochtes Wasser
auf Grund
bacteriologischer Untersuchungen.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst, und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der
Kaiserlichen Universität zu Jurjew (Dorpat)
zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Leopold Glaser.

Ordentliche Opponenten:

Dr. med. A. Lunz. — Prosector Dr. med. V. Schmidt. — Prof. Dr. B. Körber.

Jurjew.

Schnakenburg's Buchdruckerei.
1893.

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго Факультета Император-
скаго Юрьевскаго Университета.

Юрьевъ, 3 Ноября 1893.

№ 857.

Деканъ: С. Васильевъ.

Meiner Mutter

und

dem Andenken meines Vaters.

7 118982

Indem ich diese Arbeit der Oeffentlichkeit übergebe, ergreife ich mit Freuden die Gelegenheit, allen meinen hochverehrten Lehrern für die wissenschaftliche Anregung und Belehrung meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Insbesondere bitte ich Herrn Professor Dr. B. Körber, dem ich dieses Thema verdanke, für das vielfache Interesse und die lebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit, meinen tiefgefühlten Dank entgegennehmen zu wollen.

Herrn Dr. med. M. Lossky, Assistenten des Hygienischen Instituts, fühle ich mich für das collegiale Entgegenkommen zu freundschaftlichem Dank verpflichtet.

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens über die Rolle, welche das Wasser bei den Infectionskrankheiten spielt, müssen wir der Wasserversorgung die grösste Aufmerksamkeit zuwenden und ihr unter den Hygienischen Massnahmen die erste Stelle einräumen.

Können wir auch bis heute noch nicht mit voller Sicherheit feststellen, wie gross der Einfluss des Wassers ist, so lässt sich doch seine Bedeutung beim Auftreten einer Typhus- oder Choleraepidemie nicht wegleugnen. Ja, es giebt Fälle, wo der Einfluss des Wassers so sehr hervortritt, dass alle andere ursächlichen Momente fast gar nicht oder nur wenig in Betracht kommen. Als typische Beispiele dieser Art liessen sich die Londoner Epidemien von 1849 und 1854 anführen, von denen selbst Pettenkoffer zugab: „die Thatsache schneidet jede Discussion ab, das Londoner Wasser hat entschieden Einfluss geübt“ und in ganz besonderem Masse die Choleraepidemie von 1892 in den drei Städten Hamburg, Altona und Wandsbeck, bei der der Einfluss der Wasserversorgung dermassen in den Vordergrund tritt, dass Hueppe¹⁾ mit Recht das Wasser des Hamburger

1) Die Choleraepidemie in Hamburg 1892.

Hafens und der Hamburger Wasserleitung für die Entstehung der Epidemie und deren explosionsartige Ausbreitung verantwortlich macht, und keinen Anstoss nimmt die Choleraepidemie in Hamburg für eine durch das inficirte Wasser bedingte Epidemie zu erklären. Die Verhältnisse liegen hier so klar zu Tage, dass man es in der That „mit einer Art Experiment zu thun hat, das sich an mehr als an Hunderttausenden von Menschen vollzogen hat, aber trotz seiner gewaltigen Dimensionen alle Bedingungen erfüllt, welche man an ein exactes und beweisendes Laboratoriumexperiment stellt¹⁾“.

Auch für den Zusammenhang der Typhusepidemien mit der Wasserversorgung giebt es in der Literatur Belege in grosser Zahl, auf die ich nicht näher eingehen will. Erwähnen will ich nur noch die parasitären Darmkrankheiten, welche vielfach neben den Nahrungsmitteln auf ein schlechtes Trinkwasser zu beziehen sind, um in Kürze auf die Bedeutung einer rationellen Wasserversorgung hingewiesen zu haben.

In den meisten grösseren Städten finden wir auch schon eine Wasserleitung, welche, wenn sie auch nicht überall allen Anforderungen einer rationellen Wasserversorgung entspricht, immerhin einen grossen Fortschritt in der Art derselben darstellt und nennenswerthe Vortheile aufzuweisen hat. Die Erfahrung hat gelehrt, dass solche Orte viel weniger von Infectionskrankheiten heimgesucht werden, und dieses um so weniger, je besser und practischer die Leitungen angelegt worden sind. Ein eclatantes Beispiel hierfür bildet wiederum Altona, welches durch seine vorzüglichen Filtrationswerke

¹⁾ R. Koch: Wasserfiltration und Cholera. Zeitschr. für Hygiene, Bd. XIV.

von der Cholera verschont geblieben ist, während in seiner nächsten Nähe, in Hamburg, die Wasserleitung die Schuld an dem raschen Fortschreiten und der explosionsartigen Ausbreitung der Epidemie trägt. Der Grund hierfür liegt in der Infection der Entnahmestelle der Hamburger Wasserleitung, nämlich des Hamburger Hafens, welcher durch die Schifffahrt inficirt worden ist. Da das Wasser unfiltrirt aus dem Hafen in die Leitungsröhren gelangt, so ist es verständlich, dass dem Eindringen der Kommabacillen nichts im Wege stand, und dass die Cholera so schnell sich verbreitete und erst dort Halt machte, wo die Verbindung mit dem Hafen aufhört und eine andere Leitung, die von einer anderen Stelle des Hamburger Hafens ihren Ursprung nimmt, beginnt, an ihrem Ursprung aber ein vorzügliches Filterwerk besitzt, von welchem die Cholera-bacillen zurückgehalten worden sind.

Dieses Factum ist von grosser Bedeutung, indem es uns lehrt, welche Vorrichtungen man bei der Anlage einer Wasserleitung zu treffen hat, und uns auf die Gefahr hinweist, die eine mangelhafte Wasserleitung mit sich bringen kann.

Aus diesem Grunde können wir auch nur dann für eine Wasserleitung plaidiren, falls wir die Ueberzeugung gewinnen, dass die Entnahmestelle derart angelegt werden kann, dass jede Möglichkeit einer Infection mit Sicherheit ausgeschlossen werden darf.

Bei der Anlage einer Wasserleitung ist man in der Lage die Entnahmestelle, soweit es erforderlich ist, zu verlegen, was bei den Brunnenanlagen nicht der Fall ist, da der Hausbesitzer die Grenze seines Gebietes nicht überschreiten darf. Hierin liegt auch im Grossen

und Ganzen der Vorthail einer Wasserleitung gegenüber den Brunnen. Dieser Vorthail fällt bei vorzüglicher Lage und entsprechender Grösse des Grundstücks fort, und wir dürfen erwarten, dass man dort, bei geeigneter Construction, Brunnen anlegen kann, die ein gutes Trinkwasser zu liefern imstande wären. Solche Orte können eine Wasserleitung entbehren und der Gefahr einer allgemeinen Infection enthoben werden.

In Jurjew giebt es solche Plätze in grosser Zahl, wenn wir uns die Lage der Stadt vergegenwärtigen und den Theil der Stadt, welcher auf dem Plateau liegt, näher ins Auge fassen. Fast ein jedes Haus besitzt einen mehr oder weniger grossen Garten und einen Untergrund von devonischem Sandstein. Der Sand zeichnet sich durch seine feinporige Beschaffenheit aus und verleiht dem Boden die Eigenschaften eines guten Filterwerkes.

Die bacteriologischen Untersuchungen, welche gerade von meinem Collegen Margolin in diesem Stadttheil an den Brunnenwässern ausgeführt wurden, ergaben trotzdem einen grossen Keimgehalt, deren Grenzwerte bei weitem die Norm überstiegen, die man für ein gutes Trinkwasser aufgestellt hat. Manche Brunnen haben sogar einen grösseren Keimgehalt, als die Brunnen im unteren Theil der Stadt, in der Embachniederung, wo wir einen grobporigen, schlecht filtrirenden Torfboden antreffen, bei dem das Grundwasser dicht unterhalb der Erdoberfläche, selten tiefer als 1 Meter, angetroffen wird.

Dieser Umstand spricht deutlicher, als alle anderen Momente dafür, dass nicht das Grundwasser die Schuld daran trägt, sondern dass es von der Construction

der Brunnen abhängt, welche als eine schlechte und unzureichende zu bezeichnen ist.

Die Brunnencconstruction ist in Jurjew, wie an vielen anderen Orten, eine noch sehr primitive und unzureichende, und bedarf einer Verbesserung in weitgehendem Grade, wenn die Brunnen die Concurrenz mit der Wasserleitung aufnehmen und imstande sein sollen eine gute Wasserleitung zu ersetzen. Dort, wo der Brunnen angelegt werden soll, wird eine Grube in das Erdreich gegraben, bis man auf das Grundwasser stösst, dann wird beim weiteren Verdringen in die Tiefe das hervorquellende Wasser mit einem Eimer emporgehoben, damit der Arbeiter in der Tiefe durch dasselbe nicht belästigt wird. Bei einer gewissen Tiefe, wird das Ausgraben unterbrochen und ein gespundeter, viereckiger Kasten aus Holz in die Grube eingesetzt, um das Einstürzen der Seitenwände zu verhindern. Dieser bodenlose Kasten bildet dann den Kessel, in welchen das Grundwasser eindringt und sich ansammelt, bis es die Höhe des Grundwasserspiegels erreicht hat. Solche Brunnen nennt man „Kesselbrunnen“. Je nach der Tiefe werden sie als „Flachbrunnen“ oder „Tiefbrunnen“ bezeichnet. Wird das Wasser mit einem Eimer emporgezogen, so haben wir vor uns einen „Schöpfbrunnen“ oder „Ziehbrunnen“ wird das Wasser durch eine Pumpe an die Oberfläche befördert, so nennt man den Brunnen „Pumpbrunnen“.

Bei den Ziehbrunnen bleibt der Brunnen offen, wobei der Brunnenschacht einige Fuss über die Erdoberfläche hervorragt, um Unglücksfällen vorzubeugen. Die Pumpbrunnen werden durch eine einfache Lage

von Brettern geschlossen, über welche dann Erde aufgeschüttet wird, und wo der Hof ein Pflaster besitzt auch die Brunneneindeckung damit versehen.

Es liegt auf der Hand, dass solche Brunnen kein gutes Wasser liefern können, und dass sie ebenso wie das Wasser selbst, allen zufälligen Verunreinigungen ausgesetzt sind, um so mehr, je oberflächlicher das Grundwasser angetroffen wird, je flacher die Brunnen, je durchlässiger ihre Wandungen, je nachdem der Brunnen gedeckt oder offen, ein Schöpfbrunnen oder Pumpbrunnen ist, je nach der Beschaffenheit des Bodens und je nach der Entfernung der von den Schuttkästen, Abtrittsgruben und den Abflussröhren der Abwässer des menschlichen Haushaltes. Unter den eben genannten Momenten sind viele, welche sich auf die Anlage und Construction der Brunnen beziehen: Die Tiefe derselben, die Durchlässigkeit ihrer Wandungen, die Eindeckung und die Lage der Brunnen. Daraus geht schon deutlich hervor, dass es durch geeignete Construction möglich ist, viele Uebelstände zu beseitigen. Es bleibt nur noch übrig der Boden, durch welchen die Niederschläge zum Grundwasser und mit ihm in den Brunnenkessel gelangen und das Grundwasser selbst, aus welchem die Brunnen ihr Wasser beziehen. Beide Momente hängen eng mit einander zusammen. Die Beschaffenheit des Grundwassers ist von der Beschaffenheit des Bodens abhängig. Vom bacteriologischen Standpunkte interessirt uns hier hauptsächlich die filtrirende Kraft desselben, ob wir es mit einem feinporigen oder grobporigen Boden zu thun haben. Ist der Boden in dieser Beziehung ein guter, so wird auch das Grundwasser in einer gewissen

Tiefe bacterienfrei angetroffen werden und, abgesehen von der chemischen Beschaffenheit, als ein gutes Trinkwasser zu bezeichnen sein.

Es würde also hier die Aufgabe des Brunnenmeisters sein, dafür zu sorgen, dass das Grundwasser aus der betreffenden Tiefe, von unten her, in den Brunnenkessel eintritt und dass dasselbe weder durch die Brunneneindeckung von oben noch durch eine schlechte Brunneneinfassung von den Seiten her Zuflüsse aus den oberen Bodenschichten erhält und verunreinigt wird. Der Brunnenkessel müsste aus undurchlässigen Wandungen bestehen und das umgebende Erdreich unberührt und fest demselben anliegen, damit nicht längs den Wandungen Rinnen sich ausbilden, die das Oberflächenwasser unfiltrirt zur Brunnensohle leiten. Eine wasserdichte Eindeckung würde dann den Brunnen vor jeder Verunreinigung sicher stellen. Wenn aber trotzdem noch bei der bacteriologischen Untersuchung des Brunnenwassers eine unerlaubte Keimzahl gefunden wird, dann könnte es sich nur noch um Spalten in der Erde handeln, durch welche Zuflüsse aus nah oder fern das Grundwasser vor dem Eintritt in den Brunnen verunreinigen. Solchen zufälligen Verunreinigungen steht die Brunnenconstruction machtlos gegenüber, wenn nicht dieselbe durch Anlage künstlicher Filter unterstützt wird. Doch sind dieses Zufälle, die nicht häufig anzutreffen sein dürften und nur für einzelne Plätze in Betracht kämen.

Es fragt sich nun, ob wir auch bei einem schlecht filtrirenden, grobporigen Torfboden ebenfalls, durch eine geeignete Brunnenconstruction, ein gutes keim-

freies oder zum wenigsten keimarmes Trinkwasser erlangen könnten.

Diese Frage zu lösen ist die Aufgabe, die mir vom Herrn Prof. Dr. B. Körber gestellt wurde, unter dessen Leitung und unermüdlichen Unterstützung mit Rath und That die Arbeit entstand.

Von ganz besonderem Interesse ist diese Frage für unsere Universitätsstadt Jurjew und besonders wenn wir uns ihre Lage und die Bodenverhältnisse vergegenwärtigen. Dieselben sind von Woloshinsky ¹⁾ kurz und treffend folgendermassen geschildert:

„Die Stadt Dorpat liegt zu beiden Seiten des Embach, zum Theil in der Flussniederung, zum Theil auf einem Plateau. Es erhebt sich nämlich das Terrain, durch welches der Embach seinen Lauf aus dem Wirjårw-See nimmt, allmählig bis zur Umgebung Dorpats, um dann nach der Richtung zum Peipus-See hin wieder abzufallen. Das Plateau, das durch diese Boden-erhöhung gebildet wird, erstreckt sich aber nicht bis an den Fluss selbst, sondern fällt schon vorher nach der Richtung zu ihm hin steil ab, und so kommt das Flussthal zustande, welches beim Eintritt des Flusses in die Stadt schmaler ist, beim Austritt desselben sich aber wesentlich erweitert. In der Flussniederung liegt ein grosser Theil der Stadt, in der Mitte auf dem rechtsseitigen Ufer das Stadtcentrum enthaltend. Letzteres ist höher gelegen, als die auf diesem seitlich an dasselbe sich anschliessenden Bezirke, welche durch ihren sumpfigen Boden sich auszeichnen. Das Sumpfgebiet

1) Adolf Woloshinsky: Bacteriol. Brunnenwasseruntersuchungen auf dem rechten Embachufer zu Dorpat mit besonderer Berücksichtigung des Hospitalbezirks. Diss. Dorpat 1892.

findet seine Abgrenzung vom Stadtcentrum flussaufwärts durch die Techelfersche und Botanische Strasse — flussabwärts durch die Lodjen- und Carlowa-Strassen. Den Untergrund der Stadt bildet der devonische Sandstein, der bald oberflächlicher bald tiefer liegt. In seinen oberen Schichten besteht der Boden aus Schutt Dammerde, Moorerde, Torf, Mergel und Tribsand. In der Flussniederung ist dieses Schwemmland stark ausgebildet“.

Die Flussniederung wird daher unser grösstes Interesse in Anspruch nehmen und einer näheren Betrachtung unterzogen werden müssen. Hierbei bin ich in der glücklichen Lage auf eine Reihe von Arbeiten hinweisen zu können, welche im Laufe von zwei Jahren aus dem Hygienischen Institut hervorgegangen sind und eingehend dieses Gebiet in Hygienischer Beziehung behandelt haben; wobei ich mit Freuden die Gelegenheit ergreife, der classischen Arbeiten von Schmidt ¹⁾, Grewingk ²⁾ und Weyrich ³⁾ Erwähnung zu thun, weil sie die Grundlage für die späteren bilden und häufig citirt werden. Die Arbeiten, die hier in Betracht kommen, sind die von Eberbach ⁴⁾,

1) Prof. C. Schmidt: Wasserversorgung Dorpats. Arch. f. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands.

2) Prof. C. Grewingk: Geologie von Liv-, Est- und Kurland. Aus dem Archiv f. Naturkunde Liv-, Est- und Kurland's.

3) Prof. Weyrich: Rückblick auf die Choleraepidemie zu Dorpat im Jahre 1871. Dorpater medic. Zeitschr. 1873.

4) Oscar Eberbach: Ueber das Verhalten der Bacterien im Boden Dorpats in der Embachniederung nebst Beschreibung von 5 am häufigsten daselbst vorkommenden Bacterienarten. Diss. Dorpat 1890.

Keck¹⁾, Bratanowicz²⁾, Woloshinsky³⁾, Heymann⁴⁾, Seegrün⁵⁾, Brasche⁶⁾, Zimmermann⁷⁾ und Tager⁸⁾.

Ich werde mich daher, was die Boden-, Wasser- und allgemein Hygienischen Verhältnisse betrifft, kurz fassen können, weil sie in den eben genannten Arbeiten ausführlich beschrieben worden sind, auf die Resultate ihrer Untersuchungen jedoch näher eingehen müssen, da aus denselben der Zweck und die Nothwendigkeit der von mir angestellten Untersuchungen hervorgeht und dieselben gewissermaassen die Veranlassung zu meiner Arbeit sind.

Der Boden in der Embachniederung besitzt durchweg den Character eines grobkörnigen Torfbodens. Derselbe ist am ausgeprägtesten im Hospitalbezirk, wo er sich stellenweise bis zu mehr als 20 Fuss Tiefe erstreckt, nächst dem im III. Stadttheil und schliesslich

1) E. Keck: Ueber das Verhalten der Bacterien im Grundwasser Dorpat's nebst Beschreibung von 10 am häufigsten in denselben vorkommenden Bacterienarten. Diss. Dorpat 1890.

2) Stanislaw Bratanowicz: Ueber den Keimgehalt des Grundwassers in Dorpat und Brunnendesinfectionversuche. Diss. Dorpat 1892.

3) A. Woloshinsky: l. c.

4) Eugen Heymann; Bacteriologische Untersuchungen einiger Gebrauchswässer Dorpat's. Diss. Dorpat. 1892.

5) Eduard Seegrün: Chemische und Bacteriologische Brunnenwasseruntersuchungen im I. Stadttheil (Techelferscher Bezirk) zu Jurjew. Diss. Jurjew 1893.

6) Adolf Brasche: Chemische und Bacteriologische Brunnenwasseruntersuchungen im Hospitalbezirk zu Jurjew. Diss. Jurjew 1893.

7) Theodor Zimmermann: Chemische und Bacteriologische Untersuchungen einiger Brunnenwässer Jurjew's. Diss. Jurjew 1893.

8) G. Tager: Bacteriologische Untersuchungen des Grundwassers in Jurjew nebst Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser. Diss. Jurjew 1893.

weniger stark im I. Stadttheil, im Centrum der Stadt. Ueber der Torfschicht stossen wir auf eine mehrere Fuss hohe Schicht von Schutterde oder Bauschutt, die im Stadtcentrum am mächtigsten ist, im Hospitalbezirk und im III. Stadttheil zum Theil sich verliert und ganz verschwindet, so dass die Torflager nackt zu Tage treten. Unter der Torfschicht gelangt man gewöhnlich auf eine Mergelschicht und dann auf Sand und Thonschichten. Im devonischen Sandstein und den bunten Mergeln des Bodens sind Thonschichten, Thonlager und plastische Thoninseln in den verschiedensten Richtungen eingestreut; bald erreichen sie eine Flächenausdehnung von nur Hunderten, bald von Hunderttausenden Quadratmetern (Woloshinsky).

Nach Soyka¹⁾ besitzt Torf die Fähigkeit das 3–10fache seines Trockengewichts Wasser in sich aufzunehmen. Es besitzt somit der Torfboden ein sehr grosses Capacitätsvermögen und wird sich, wie ein Schwamm mit Wasser vollsaugen, sobald die Bedingungen dazu gegeben sind: so an den Orten Jurjew's, die nur wenig über das Niveau des Wasserspiegels hervorragten und so nah am Embach gelegen sind, dass sie alljährlich Ueberschwemmungen desselben ausgesetzt sind. Der Boden nimmt seine volle Capacität an Wasser auf, kann dasselbe aber nicht weiter befördern, weil die Durchlässigkeit mit der Sättigungscapazität abnimmt, es tritt ein Stillstand in der Bewegung ein, das Wasser staut und sammelt sich an den tiefer gelegenen Stellen an: und wir bekommen dann das Bild eines echten Morastes

1) Prof. Dr. J. Soyka: Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten. Leipzig, 1887.

und Sumpflandes. Dieses wird noch dadurch begünstigt, dass in den niedrig gelegenen Theilen sowohl in den Strassen, als den Höfen das Pflaster spärlich ist oder vollständig fehlt. Dort sehen wir dasselbe auch bei starken und andauernden Niederschlägen eintreten, wodurch die Gegend zu einer ungesunden und epidemiologisch gefährlichen wird. So verhalten sich nach Heymann: Fortuna-, Linden-, Neue-, Annenhofsche, Quer-, Weiden- und Jamasche Strasse an ihrem östlichen Ende und die nach Westen gelegene Malzmühlen-, Sand- und Kalkstrasse; nach Woloshinsky: der niedrig gelegene und äussere Theil des Hospitalbezirks. Dabei ist dieser Bezirk, wie nach der Volkszählung im Jahre 1881 von Prof. Körber¹⁾ festgestellt worden ist, sehr bevölkert: auf jeden Einwohner kommen 7 Quadratfaden Bodenfläche, gegen 24 Quadratfaden auf jeden Einwohner auf dem rechtseitigen Plateau, ferner auf jedes Haus im Hospitalbezirk 18 Einwohner und 3 auf jedes Zimmer, zu 9 Einwohnern in jedem Hause auf dem Plateau und 1 auf jedes Zimmer. Nach meiner Beobachtung gehören noch zu den Sumpfgebieten die Querstrassen, welche von der Techelferschen Strasse zum Embach ziehen. Man kann es noch übersichtlicher und kürzer zusammenfassen, ohne einen grossen Fehler zu begehen, wenn man alle unmittelbar längs dem Ufer und die ersten zu ihnen parallel verlaufenden Strassen und alle diejenigen, welche von diesen, von der Stelle gerechnet, wo sie sich kreuzen, quer zum Flusse ziehen, mit Ausnahme der Strecke zwischen

1) Prof. Körber: Hygienische und biostatische Bemerkungen im Anschluss an die letzte Volkszählung in Dorpat im Jahre 1881 — Neue Dörptsche Ztg. 1882, Nr. 51 und 52.

der Holzbrücke und der Ueberfahrt mit dem Boot, als zu dem Sumpfgebiete gehörig betrachtet.

Ziehen wir nun in Betracht, dass das Grundwasser, welches hier zwischen 2 und 3 Fuss unter der Erdoberfläche angetroffen wird, von dem Stadtlaugenstrom aus den höher gelegenen Bezirken und vom Plateau her genährt und durchzogen wird, indem derselbe dem natürlichen Gefälle nach zum Flusse hinstrebt und in denselben sich ergiesst, dann verstehen wir auch, warum Prof. C. Schmidt¹⁾ von dieser Gegend sagt, dass sie keine eigentlichen Brunnen besitzt, sondern dass jeder Spatenstich ein Wasserloch liefert, das die faulende Stadtlauge zu Tage fördert. Denken wir ferner noch, um mit Woloshinsky²⁾ zu sprechen: „an die dem Boden direct in grossen Mengen übergebenen Abwässer, an den häufigen Strassenkoth infolge mangelhaften oder ganz fehlenden Strassen und Hopfpflasters, an die stellenweise fehlende Canalisation und an die Menge der sich hier bei sehr geringem Gefälle ansammelnden, durchlässigen Schlammkästen, an die undichten Abtrittsgruben, deren Inhalt zum grössten Theil in den Boden versickert, an die Abfälle verschiedener Gerbereien und Fabriken, die sich hier befinden“, und machen uns ungefähr eine Vorstellung davon, wie grosse Fäulnismengen in den Untergrund dieses Bezirkes gelangen, besonders da der Boden grobporig ist und Flüssigkeiten gierig wie ein Schwamm in sich aufnimmt, so ist es doch erstaunlich und ganz unerklärlich, dass die dortige Bevölkerung das Wasser aus den primitiv construirten und durchlässigen Flach-

1) l. c.

2) l. c.

brunnen, als Nutz und Trinkwasser hat gebrauchen können und noch jetzt gebraucht, ohne Ekel zu empfinden und durch Krankheiten längst vernichtet worden zu sein, wenn man dem dortigen, grobporigen, durchtränkten Boden seine mineralisierende und filtrierende Kraft vollständig in Abrede stellen will.

Wenn nicht eine so bedeutende Persönlichkeit, wie Prof. Emmerich¹⁾, den Versuch gemacht hätte, Flüssigkeiten aus den Strassenrinnen zu sich zu nehmen, ich hätte es nicht für möglich gehalten, dass man derartige Schmutzwässer unbeschadet längere Zeit hindurch trinken kann, ohne daran zu Grunde zu gehen. Hat der Boden in der That seine mineralisierende und filtrierende Kraft vollständig eingebüsst, so muss doch bei der Beschaffenheit unserer Brunnen und bei den eben geschilderten Hygienischen Verhältnissen, der Inhalt derselben zum wenigsten so schlecht sein, wie das Wasser in den Strassenrinnen.

Wie dem auch sei, so glaube ich immerhin, dass man die reinigende und filtrierende Kraft des Torfbodens zu sehr unterschätzt hat, was ich an der Hand der mir vorliegenden bacteriologischen und chemischen Untersuchung der Brunnenwässer, deren Brunnenschacht im Torfboden gelegen ist, darlegen will.

Woloshinsky hat im Juli und August 1892 vorzüglich in dem am schlechtesten gelegenen Stadttheil, im Hospitalbezirk, für 49 Brunnen die Keimzahl pro Cem bestimmt. Unter diesen interessieren uns besonders 27 Brunnen, die im Torf gelegen sind, weniger 2 an der Grenze des devon. Sandsteins und Torfs und noch weniger die 20 übrigen Brunnen, die im Sande

1) Erismann Bd. I, pag. 199.

und Kies liegen. Von den 27 Brunnen, deren Brunnenschacht im Torf gelegen ist, sind 4 Flachbrunnen, 1 Artesischer Brunnen von 105' Tiefe, 1 Pumpbrunnen 30' tief und die übrigen 8—22' tief. Die Keimzahlen in den 4 Flachbrunnen betragen 118, 1015, 1944, 2637, beim Artes. Brunnen 68, bei den übrigen 22 Brunnen finden sich 4 mit einem Keimgehalt von 10180, 10933, 20413 und 34510, 8 deren Keimzahl zwischen 711 und 9371 schwankt und 10, welche ihrer Keimzahl nach sogar zu den besten Brunnen gehören, die man überhaupt hat, indem sie weniger als 500 Keime pro Cem besitzen. Dagegen finden sich unter den Brunnen, die im Sande und Kies gelegen sind, 5 im Stadtcentrum mit einem Keimgehalt von über 1000 und 1 sogar mit einer Keimzahl von über 16536 pro. Cem.

Heymann hat die quantitative bacteriologische Untersuchung von 54 Brunnen im III Stadttheil vorgenommen. Von diesen sind 43 im Torfboden gelegen. Von denselben wiederum sind 14 oberflächliche Pumpbrunnen und 17 oberflächliche Ziehbrunnen, die übrigen Artesische Brunnen und gebohrte Pumpbrunnen. Unter den oberflächlichen Pump- und Ziehbrunnen besitzen 2 einen Keimgehalt von 95426 und 57801, 12 Brunnen, bei denen die Keimzahlen zwischen 31090 und 11135 liegen, 14 deren Keimgehalt von 7792 bis 1036 abnimmt und 3 Brunnen von nur 850, 541 und 80 Keimen im Cem. Dagegen finden wir 2 Artes. Brunnen mit einem Sammelbassin, die Keimzahlen von 1036 und 1580 aufweisen; bei den übrigen Keimzahlen unter 500.

Auch die bacteriologischen Untersuchungen der Brunnenwässer von Brasche¹⁾, Seegrün²⁾ und Zim-

1) l. c.

2) l. c.

mermann¹⁾, welche in diesem Jahre in den Monaten Februar, März und April zum Theil an denselben Brunnen ausgeführt wurden, ergaben im Ganzen und Grossen dieselben Verhältnisse, wenn auch die Keimzahl für manche Brunnen bedeutend höher ausfiel.

Wie können wir nun diesen bacteriologischen Befund mit der Annahme vereinen, dass der Torfboden, von organischen Stoffen übersättigt, keine filtrirende Kraft besitzt? Müssen wir nicht dadurch vielmehr zur entgegengesetzten Annahme gelangen? Versuchen wir blos eines der Abwässer, welche hier in den Boden gelangen bacteriologisch zu prüfen, so z. B. blos das Wasser in den Rinnsteinen, wir werden hier Millionen und Milliarden Keime im Cem finden und wie viel mehr noch in den Abwässern der Schuttgräben, Schlammkästen und Abtrittsgruben. Es geht daraus deutlich hervor, dass man die reinigende und filtrirende Kraft des Bodens zu sehr unterschätzt hat.

Betonen muss ich hierbei, dass ich hier bloss vom bacteriologischen Standpunkte aus spreche, nicht aber vom chemischen, wo die Verhältnisse anders liegen: Solange der Torfboden nur eine geringe Feuchtigkeit besitzt, geht die Mineralisirung der organischen Stoffe sehr gut vonstatten, ist derselbe aber bis zu seiner vollen Capacität gesättigt, dann wird dieselbe sehr herabgesetzt, weil der Luftzutritt zu den Poren verhindert wird; es hört die Nitrification und die Kohlensäurebildung auf.

Vom bacteriologischen Standpunkte jedoch möchte ich der Frage ein wenig näher treten und mich den-

1) l. c.

jenigen anschliessen, die der Meinung sind, dass im grobkörnigen, grobporigen Torfboden bei der Filtration sich Schleimmassen in grosser Menge ablagern und die Poren vollfüllen und dermassen verlegen, dass selbst die kleinsten Organismen zum grossen Theil zurückgehalten werden.

Wir wissen ja, dass im Sandboden, bei den Sandfiltern und bei den Brunnen an der Brunnensohle nach Stunden und Tagen eine Schlammsschicht sich ausbildet und mit der Zeit so stark wird, dass bei einer gewissen Filtrationsgeschwindigkeit alle Keime zurückgehalten werden und das Filtrat eine vollständig sterile Flüssigkeit darstellt.

Der Torf besitzt ein grosses Porenvolumen und eine grosse Wassercapacität, hat derselbe sich mit Wasser gesättigt, dann ist die Filtrationsgeschwindigkeit eine minime, denn je grösser das Porenvolumen und die Sättigungscapacität ist, um so ungünstiger wird der Torfboden in Bezug auf seine Durchlässigkeit für Wasser. „Bodenarten nämlich, die an und für sich porös sind und auch im trockenen Zustande mitunter ein höchst bedeutendes capillares Wasserleitungsvermögen besitzen, entbehren der Fähigkeit, Wasser durch sich hindurchtreten zu lassen, auffallendes Wasser von ihrer unteren Fläche abzugeben, vollständig oder nahezu vollständig; sie werden, trotzdem sie im trockenen Zustande porös sind, im nassen Zustande für Wasser vollständig undurchlässig¹⁾ (Soyka)“.

Bildet sich nun eine genügend dicke Schleimschicht aus, so wird bei der geringen Durchlässigkeit

1) l. c.

des Bodens, der langsamen Bewegung und Filtrationsgeschwindigkeit des Grundwassers, die filtrierende Kraft bald zur Geltung kommen. In der Zone, welche über dem Grundwasserspiegel unter der Erdoberfläche sich befindet, wird der grobporige, poröse Torfboden je nach dem Feuchtigkeitsgrad mehr oder weniger durchlässig sein und die von der Oberfläche kommenden Schmutzstoffe weniger gut filtriren und in grossen Massen dem Grundwasser zuführen, wo alsdann infolge der obengenannten Umstände, je nach der Strecke eine mehr oder weniger vollständige Selbstreinigung zustande kommt.

Es geht daraus mit apodictischer Nothwendigkeit hervor, dass es für die Güte der Brunnenwässer, auch im Torfboden, nicht so sehr auf die Abwässer „Stadtlaugenstrom“ der entfernt gelegenen Bezirke ankommt, als auf die direkten Zuflüsse und Verunreinigungen aus der nächsten Nähe des Brunnenschachtes.

Beziehen wir das auf die Brunnen unserer Stadt im Torfbezirk, dann finden wir für die eben angegebenen Resultate der bacteriologischen Untersuchung sehr gut eine ausreichende Erklärung und kommen zur Ueberzeugung, dass man durch sorgfältige Anlage der Brunnen und Reinhaltung der nächsten Umgebung viele Uebelstände beseitigen kann.

Ich komme somit wiederum auf mein Thema zurück und behaupte, dass man durch eine geeignete Brunnenconstruction, auch im Torfboden die Wasserverhältnisse bei sorgfältiger Reinhaltung der Umgebung um vieles verbessern und Resultate gemäss den Hygienischen Anforderungen erzielen kann.

Bei all den Brunnen, die Heymann, Woloshinsky, Brasche, Seegrün und Zimmermann untersucht haben, sind die schlechten Resultate der bacteriologischen und auch chemischen Untersuchung auf die Unsauberkeit und den Schmutz in den ungepflasterten und auch gepflasterten Höfen, auf die schlechte Fortleitung der Abwässer des Haushaltes, der Schutt- und Abtrittsgruben, der undichten Schlammkästen etc. und dann auf die Tiefe und Construction der Brunnen zu beziehen.

Ich möchte an dieser Stelle daher eher auf eine gute Canalisation als auf eine Wasserleitung hinweisen, in der Meinung, dass durch eine gute Canalisation und durch Verbesserung der Brunnenconstruction die Wasserleitungsfrage für Jurjew von der Tagesordnung verschwinden wird.

Was den speciell chemischen Theil der Frage betrifft, so muss ich auf die Arbeiten von Brasche, Seegrün und Zimmermann hinweisen.

Auch in chemischer Hinsicht sind für ein gutes Trinkwasser, wie bei der quantitativen bacteriologischen Untersuchung, Grenzwerte für Chlor, Salpetersäure, Salpetrige Säure, Ammoniak, Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, Kalk, Magnesia, Sauerstoffverbrauch, Trockenrückstand, Glührückstand auf ein Maximum von einer Million Theile Wasser aufgestellt worden. Seegrün, Brasche und Zimmermann haben die Mittelzahlen aus 6 von ihnen untersuchten Brunnen und zwar Artesischen Brunnen, als Grenzzahlen aufgestellt, weil allgemeingültige Grenzwerte nicht von Belang sind, wenn nicht die localen Verhältnisse mit Berücksichtigung finden. Es ergaben sich folgende

Zahlen als Grenzwerte auf eine Million Theile
in Theilen ausgedrückt:

Chlor	20 Theile.
Salpetersäure	65 "
Salpetrige Säure . . .	0 "
Ammoniak	0.2
Schwefelsäure	10.0 "
Schwefelwasserstoff . .	0.0 "
Phosphorsäure . . .	Spuren
Kalk	120 "
Magnesia	50 "
Sauerstoffverbrauch . .	2 G.
Trockenrückstand . . .	500 "
Glührückstand	320 "

Diese Grenzwerte, die an und für sich schon hoch sind, sind nicht nur in vielen Fällen erreicht, sondern vielfach bedeutend höher, ja in einzelnen Fällen um das 20—30fache angetroffen worden.

Ich muss jedoch hier auf zwei Punkte, die mir von Bedeutung scheinen, ganz besonders hinweisen:

1) dass der chemische Befund nicht immer mit dem bacteriologischen übereinstimmt, dass man Brunnen angetroffen hat, welche bacteriologisch als schlecht bezeichnet werden mussten, während sie in chemischer Beziehung noch zu den guten Brunnen gerechnet werden durften.

2) Dass in chemischer Beziehung das Ueberschreiten der Grenzwerte uns keinen wesentlichen Factor in die Hand giebt, um den Brunnen für untauglich zu erklären und ihn zu schliessen, weil sogar bei einer bedeutenden Vermehrung der fraglichen Substanzen die toxische Wirkung des Wassers noch immer

gleich 0 zu setzen ist und mithin dasselbe unbeschadet genossen werden darf.

Wohl bietet uns die chemische Untersuchung einen grossen Dienst und Hilfsbeleg für die bacteriologische Beurtheilung des Wassers und der Tauglichkeit der Brunnen. Von Bedeutung sind hier hauptsächlich der Chlor-, Salpetersäure und Ammoniakgehalt und die Menge des verbrauchten Sauerstoffs. Gesundheitsschädlich ist, wie schon hervorgehoben, das Wasser bei Vermehrung dieser Verbindungen nicht und kann Jahre lang ohne schlimme Folgen getrunken werden. Das Verhalten derselben giebt uns aber einen sicheren Aufschluss über die Beschaffenheit und Leistungsfähigkeit des Bodens, ob derselbe mit Abfalls- und Auswurfstoffen des menschlichen Haushaltes imprägnirt ist und ob er fähig ist dieselben zu verarbeiten.

Seegrün, Brasche und Zimmermann haben auf Grund ihrer Untersuchungen dargethan, dass der Boden in der Embachniederung mit Fäulnisstoffen imprägnirt ist und dass seine Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Mineralisirung derselben herabgesetzt ist. Das verschiedene Verhalten aber der von ihnen untersuchten Brunnen, nämlich dass manche Brunnen 10—30 mal mehr von Chlor, Ammoniak und Salpetersäure enthielten, als andere, die im selben Bezirk lagen, fanden ihre Erklärung bei der Besichtigung der localen Verhältnisse, der Lage und Beschaffenheit der Brunnen und ihrer Umgebung. In solchen Fällen finden wir die Angaben, dass in der nächsten Nähe des Brunnens sich undichte Abtrittsgruben, Schlammkästen und Schuttgruben, hier und da auf dem ungepflasterten Hofe ein Viehstall befindet und dass das Wasch-, Küchen-

und sonstige Schmutzwasser auf den Hof gegossen werden und in den Boden versickern, in dem ein durchlässiger Brunnenschacht sich befindet, der stark benutzt wird und in Folge dessen begierig den ihn umgebenden Boden auslaugt.

Demgegenüber finden wir wiederum, obgleich im Torfboden, bessere Brunnen, wo die Hygienischen Verhältnisse besser sind und der Brunnenkessel eine bessere Einfassung und Eindeckung besitzt. Doch nirgends sind in der ganzen Embachniederung die Verhältnisse so tadellos und die Brunnen so gut construirt, dass man bei der bacteriologischen und chemischen Untersuchung der Brunnenwässer, mit Ausnahme der Artesischen Brunnen, auch nur einen einzigen Brunnen gefunden hat, der den an das Trinkwasser gestellten Hygienischen Anforderungen entspricht.

Wenn auch einige Brunnen zeitweilig einen geringen Keimgehalt aufwiesen, so konnte man sie trotzdem nicht für vollständig gut erklären, da man beim Aufthauen des Bodens, bei starken Niederschlägen und bei starker Inanspruchnahme derselben grosse Schwankungen und eine starke Vermehrung der Keimzahl hat constatiren können. Ging man auf die Sache näher ein, so kam man zur Ueberzeugung, dass die Ursache dafür in der Eindeckung und Einfassung des Brunnens liegt.

Damit glaube ich zur Genüge auf die Bedeutung der Brunnenconstruction und auf die Nothwendigkeit, dieselbe zu modificiren, hingewiesen zu haben. Von besonderer Bedeutung ist dieses jedoch für solche Orte, die sich den Luxus einer guten Wasserleitung nicht gestatten können, weil eine Wasserleitung, wenn sie allen Anforderungen der Hygiene entsprechen soll, eine

sehr kostspielige Einrichtung ist und nur in grossen begüterten Städten durchgeführt werden kann. Dieselbe kann man aber umgehen, wenn man den localen Hygienischen Verhältnissen eine grössere Aufmerksamkeit zuwendet und mehr Sorgfalt auf die Brunnenanlagen verwendet.

Ich gehe daher auf die Frage über, wie man einen Brunnen anlegen soll und komme somit auf meine Versuche zu sprechen und auf die zu diesem Zweck construirten Brunnen.

Auf der Besitzlichkeit des Prof. Flor, der Wohnstätte meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Körber, sind zu Versuchszwecken schon vor 3 Jahren drei Brunnen angelegt worden, zu welchen letzteren im Mai dieses Jahres ein vierter Brunnen mit ganz besonderer Sorgfalt und Construction zum Zwecke der mir obliegenden Arbeit errichtet worden ist. Auf derselben Besitzung, die 10' tief unter dem Niveau der Techelferschen Strasse, in der Embachniederung gelegen ist, befindet sich ausserdem noch, dem Wohnhause auf der rechten Seite gegenüber liegend, im unteren Theil des ziemlich steil abfallenden Hofpflasters, ein Pumpbrunnen. An diesen grenzt ein Obstgarten, in welchem die oben genannten Brunnen 40 cm. tiefer gelegen sind. Auch der Pumpbrunnen wurde umgebaut und mir zur Untersuchung überlassen, mit der Bedingung, in denselben nichts hineinzubringen (Desinfectionsmittel), wodurch er über kurz oder lang aus dem Gebrauch gesetzt werden müsste. Ferner werde ich noch über die Resultate der bacteriologischen Untersuchung eines auf der Mitte der Höhe des Domberges neu angelegten Brunnens berichten müssen. Derselbe ist 9 Faden tief

und auf der Tabelle mit dem Namen des Grundbesitzers „Brunnen Grenzstein“ bezeichnet.

Die im Florschen Garten gelegenen Versuchsbrunnen sind von Keck, Bratanowicz und Tager mit IV A, IV B und IV C bezeichnet worden, welche Bezeichnung auch ich beibehalte und den neuen Brunnen deshalb mit IV D benenne. Die Brunnen IV A, IV B und IV C unterscheiden sich in ihrer Construction von einander nicht, nur ist IV C tiefer und enger, als IV A und IV B, weil die zur Fassung des Brunnen benutzten Thonröhren 22 cm im Durchmesser betragen, während sie bei den beiden anderen 32 cm im Durchmesser ausmachen.

Die Brunnen IV A und IV B sind von Keck folgendermassen beschrieben worden: „In die Erde wurde ein viereckiges Loch bis unter den Grundwasserspiegel gegraben, alsdann 3 Thonröhren von 32 cm Durchmesser, hineingelassen. Die Verbindung zwischen den einzelnen Röhren wurde durch Becherverschluss und Cement hergestellt und so das Eindringen fremder Elemente in den Brunnen von der Seite her verhindert; damit auch von oben her jegliche Verunreinigungen vermieden werden konnten, wurden die oberen Oeffnungen durch gut schliessende Holzdeckel verschlossen. Die Bodenschichten, welche man beim Graben durchdringen musste, waren schwarze Erde mit Lehm und Torf gemischt. Die Röhren der Brunnen überragen den Erdboden um 40 cm“. Hierbei muss ich auf einen Irrthum von seiten Kecks aufmerksam machen, nämlich dass die beiden Brunnen nicht gleichweit von der Erde abstehen, was für die Messung des Grundwasserstandes nicht gleichgültig ist. Bratanowicz und Tager sind näm-

lich dadurch verleitet worden anzunehmen, dass der Grundwasserstand in den beiden dicht neben einander liegenden Brunnen ein verschiedener sei. Dadurch veranlasst habe ich längere Zeit hindurch, vom 19 Juni bis zum 29 August, den Grundwasserstand täglich in allen Brunnen gleichzeitig gemessen, und zwar vom oberen Rande des Brunnenrohres. Ich bestimmte nämlich den Abstand des Grundwasserspiegels von dem oberen Rande der Röhre und benutzte dazu einen eisernen Messtab, an dem die Abstände von 5 cm. durch deutliche rothe Striche getrennt sind. Das Resultat war, dass ich nicht nur eine constante Differenz, sondern an manchen Tagen eine grössere, an anderen wiederum eine geringere Differenz erhielt. Auf die Angaben Kecks mich verlassend, bin ich anfangs nicht darauf gekommen, eine genaue Messung vorzunehmen. Als ich aber an die Abfassung meiner Schrift ging, glaubte ich mich überzeugen zu müssen, ob nicht ein Versehen vorliege, und nahm daher eine Messung vor. Dieselbe führte ich in der Weise aus, dass ich in der nächsten Nähe der Brunnen, auf einer ebenen Fläche, einen Massstab senkrecht zu derselben aufrichtete und halten liess, während ich selbst einen zweiten Stab horizontal zur Erdoberfläche und senkrecht zum Massstab mit einem Ende dem oberen Rande des Brunnenrohres näherte, mit seiner Flanke aber den Massstab berührte, durch eine Libelle die horizontale Richtung bestimmte und die Entfernung des horizontalen Stabes von der Erdoberfläche an dem Massstab abgelesen habe. In dieser Weise wurden alle Brunnen und zwar von demselben Punkte aus gemessen. Es überragten den Erdboden IV A um 41 cm — IV B um 45 cm — IV C um 18 cm

— IV D um 30 cm —. Die Tiefe der Brunnen von der Erdoberfläche bis zur Brunnensohle beträgt für den Brunnen IV A 180 cm — IV B 180 cm — IV C 232 cm — IV D 360 cm. — Die Brunnen sind dicht neben einander gelegen, IV D von IV A 135 cm. — IV A von IV B 48 cm — IV B von IV C 33 cm entfernt. Damit ist auch die constante Differenz bei der Messung des Grundwasserstandes erklärt, nicht aber die ungleichen Differenzen. Dieselben sind dadurch zustande gekommen, dass bei der Messung des Grundwasserstandes die Entfernung des Grundwasserspiegels von verschiedenen Punkten des oberen Randes der Röhre bestimmt wurde. Die Röhren stehen aber nicht vollkommen senkrecht, sondern, wie es sich bei der Messung erwies, etwas geneigt zur Erdoberfläche. Infolge dessen überragen sie nicht allseits und nicht von jedem Punkte des oberen Randes gleichweit den Erdboden. Gross ist der Fehler nicht, der sich bei der obenerwähnten Messung eingeschlichen haben kann, und beträgt höchstens 1—2 cm. Ich habe die Messung des Grundwasserstandes nur zu dem Zweck ausgeführt, um den Einfluss desselben auf die Vermehrung der Keime in den von mir untersuchten Brunnen zu constatiren. Das Steigen des Grundwasserstandes ist aber von der Niederschlagsmenge abhängig. Ich habe daher den Grundwasserstand und auch die Niederschlagsmenge, sowie die Temperatur des Wassers und der Luft bei der Angabe der Keimzahl berücksichtigt. Die Angabe des Grundwasserstandes auf der Tabelle bezieht sich immer auf die Messung des Grundwasserstandes im Brunnen IV B, ebenso die Temperatur des Wassers. Die Lufttemperatur und die Niederschlagsmengen sind

nach den Beobachtungen auf der hiesigen meteorologischen Station verzeichnet.

Der Brunnen IV D unterscheidet sich wesentlich in der Construction von den Brunnen IV A, IV B und IV C. Der Brunnen besitzt eine doppelte Einfassung, eine innere, welche aus 30 cm. im Durchmesser halten — den Thonröhren gebildet wird, und eine äussere, welche aus einem 4 eckigen Holzschacht besteht, der aus 3 1/2 cm. dicken Brettern zusammengefügt worden ist, und zwar derartig, dass die Kanten derselben einerseits rinnenförmig ausgehöhlt, andererseits dem entsprechend leistenförmig verdünnt in einander getrieben worden sind. Der Zwischenraum zwischen dem inneren und dem äusseren Mantel wurde in meiner Gegenwart mit Lehm gefüllt und vollgestampft. Der äussere Mantel wurde ebenfalls mit einer circa 10 cm. dicken Lehmschicht allseits umgeben, welche aber nicht wie innerhalb des Holzschachtes bis zur Brunnensohle reichte, sondern nur bis zur Höhe der Sandschicht. Es wurde nämlich der Holzmantel nicht wie die Thonröhren auf den Boden des Brunnens aufgesetzt, sondern viel früher, sofort nach Entfernung der Lehmschicht hineingelassen und auf den Sandboden gestellt. Der durch das hervorquellende Wasser aufgeweichte Sandboden wurde dann mittelst einer an einem langen Stabe angebrachten Schaufel aus dem Inneren des Holzschachtes herausgelöffelt und so demselben gleichsam der Boden unter den Füßen entzogen. Der Holzschacht sank dann mittelst seiner Schwere tiefer und wurde dabei von einem unberührten Boden umgeben, der sich fest an seine Wandungen anlegte. Das eigentliche Brunnenrohr besteht aus 6 übereinandergefügten Thonröhren

von 65 cm. Höhe, die mit einander durch einen Becherverschluss verbunden und mit Cement derartig befestigt worden sind, dass kein Wasser durch dieselben durchdringen konnte. Die untere Oeffnung des Brunnenrohres ist durch einen Filz, der vorher im Hygienischen Institut sterilisirt worden ist, verschlossen worden. Die obere Oeffnung erhielt einen gut schliessenden Holzdeckel.

Bei der Ausgrabung des Brunnens entfernte man zunächst eine 115 cm. dicke Schicht von Bauschutt, dann eine Torfschicht von 75 cm., ferner eine Sandschicht, von circa 10 cm., alsdann eine Lehmschicht von 75 cm. und endlich eine 85 cm. dicke Schicht von Tribsand.

Was den Pumpbrunnen betrifft, so wurde er am 12./V aufgedeckt und einer sorgfältigen Besichtigung unterworfen. Aus Querbalken zusammengefügt bestand der Brunnenkessel aus zwei Theilen, einem unteren weiteren und einem oberen engeren Theil. Rings um den Brunnenschacht befand sich eine circa 5 cm. dicke Lehmschicht. Nachdem man den Brunnen durch Pumpen und Ausschöpfen vollständig geleert hatte, bemerkte man ab und zu Wassertropfen von der Uebergangsstelle des oberen engeren in den unteren weiteren Theil auf den Boden herabfallen. An den Wandungen zeichneten sich gelbe Stege von dem dunkleren Grunde ab, welche ebenfalls bis zur Brunnensohle reichten. Hier und da trat ein weisslicher Schimmelbelag in den Vordergrund, indem er aus den Zwischenräumen der Querbalken hervorragte und die Spalten verlegte. Alles dieses zeigt nur zu deutlich, dass der Brunnenschacht durchlässig war,

dass er trotz der Lehmumkleidung durch die Spalten von den oberflächlichen Bodenschichten Zuflüsse und Verunreinigungen erhielt. Die Tiefe des Brunnens betrug 255 cm., die Breite vom inneren Rande der Wandung gemessen 91 cm. —, der Wasserspiegel 126 cm. vom oberen Rande des Brunnenmantels entfernt. Auch besass der Brunnen einen doppelten Boden, um das Vordringen des Tribsandes zu verhindern, über welchem eine schmutzige Schlammsschicht zum Vorschein kam.

Es wurde nun beschlossen dem Brunnen eine doppelte Einfassung zu geben, analog dem Brunnen IV D. Zu diesem Zweck wurde ein neuer Brunnenschacht von nur 75 cm. Breite hergestellt, in den alten Schacht, als inneren Mantel, hineingelassen und in den Boden hineingerammt, nachdem man vorher den Boden des alten Schachtes entfernt und gleichzeitig die Brunnensohle um 74 cm. vertieft hatte. Der Zwischenraum zwischen dem äusseren und inneren Mantel wurde mit Lehm vollgestampft, um die Wandungen möglichst wasserdicht und undurchlässig zu machen. Nach Vollendung dieser Arbeit wurde abermals eine Messung vorgenommen und man erhielt folgende Zahlen für die betreffenden Dimensionen: der Wasserstand vom oberen Rande des inneren Mantels gemessen 71 cm., die Tiefe vom oberen Rande des inneren Mantels 290 cm., der Abstand des oberen Randes des inneren Mantels vom oberen Rande des äusseren Mantels 41 cm. Die ganze Tiefe betrug somit $290 + 41 = 331$ cm. Nachdem der Pumpenstock hineingelassen worden war, wurde der innere Mantel mit Querbalken bedeckt, Lehm aufgeworfen und zugestampft.

Ueber die Lehmschicht kam dann noch eine sehr dünne Erdschicht und schliesslich Grand und Pflaster. Erwähnt muss noch werden, dass neben dem Pumpenstock, der 572 cm. lang und 195 cm. über die Erdoberfläche hervorragt, ein Luftrohr von 153 cm. Länge 68 cm. über der Erdoberfläche aus dem Brunnenschacht herausragt.

Was die Methode der bacteriologischen Untersuchung betrifft, so kann ich auf die Arbeiten von Brasche, Seegrün, Zimmermann und Tager verweisen, da sie in derselben Weise ausgeführt worden sind. Die von Prof. Körber modificirten Esmarchschen Röhrchen, sowie der Körbersche Zähl- und Rollapparat sind auch von mir mit Vortheil benutzt worden und haben die Untersuchungsmethode vereinfacht und erleichtert.

Meine Aufgabe war es nun festzustellen, ob eine derartige, den hiesigen Verhältnissen am meisten entsprechende und nur mit geringen Kosten verbundene Modification in der Brunneneinfassung, wie sie hier ausgeführt wurde, ausreichen würde, die früheren Uebelstände zu beseitigen.

Dieser Aufgabe suchte ich in der Weise nach zukommen, dass ich durch fortlaufende bacteriologische Untersuchungen die Keimzahl bestimmte, um nach derselben den Erfolg bemessen zu können, den man bei der sorgfältigen Construction der Brunnen zu erwarten berechtigt war.

Da diese Arbeit, wie es sich sehr bald herausstellte, eine sehr lange Zeit in Anspruch nehmen würde, so habe ich gleichzeitig, auf den Rath des Herrn Prof. Körber, nachzuweisen gesucht, ob die Brunnen eine

hinreichende Tiefe besitzen, um ein gutes Trinkwasser liefern zu können.

Was den ersten Punkt betrifft, so habe ich anfangs mit unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt, die mir viel Zeit raubten und die Resultate dermassen verwischten, dass ich aus denselben speciell für die mir gestellte Aufgabe keine wesentlichen Schlüsse ziehen konnte. Wohl aber konnte ich bei der Fortsetzung der anfangs vergeblich scheinenden Versuche Beobachtungen anstellen und Thatsachen constatiren, auf die schon von verschiedenen Seiten hingewiesen worden sind. Ich gehe auf dieselben aber nur soweit ein, als sie im Zusammenhang mit meiner Arbeit stehen, und werde sie daher nicht in einem besonderen Kapitel und auch nicht ausführlich behandeln, sondern ihrer nur vorübergehend und kurz Erwähnung thun.

Bei der Anlage des Brunnens IVD und der Renovirung des „Pumpbrunnens“ auf der Flor'schen Besitzung, den ich weiterhin um häufige Wiederholungen zu vermeiden, mit „Pb“ bezeichnen werde, wurde, was bei der Art der bisher üblichen Brunneneconstruction nicht zu vermeiden ist, viel Schmutz in dieselben hineingebracht und der Grund und Boden verunreinigt. Es liegt dieses an der Arbeit selbst, in der Art und Weise wie der Brunnen ausgegraben, ausgeschöpft und geebnet wird, wobei der Arbeiter mehrmals ein und aussteigen muss und mit seiner Fussbekleidung den Brunnenboden verunreinigt. Eine grosse Zahl von Organismen werden dadurch in den frisch eröffneten Boden verpflanzt und beginnen dort sich zu entwickeln und zu vermehren. Das anfangs aus dem Boden hinzufliessende Wasser führt ihnen neue Nahrungsstoffe zu und

begünstigt ihr Wachsthum. Es darf uns daher nicht Wunder nehmen, dass die Brunnen IVD und Pb. während der Arbeit und nach Vollendung derselben eine sehr grosse Zahl von Keimen aufweisen, besonders noch, wenn wir berücksichtigen, dass bei der warmen Jahreszeit, in welcher die Arbeit ausgeführt wurde, die Temperatur nicht ohne Einfluss für die Entwicklung der Microorganismen bleiben konnte.

Betrachten wir zunächst die Tabellen mit der Ueberschrift „Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besitzung“. Auf denselben sind vom 19./IV bis zum 12./V die Keimzahlen des Brunnens vor der Renovirung und zwar bis zum Beginn derselben, bis zum Aufdecken des Brunnens, angegeben, vom 12./V bis zum 19./V die Keimzahlen für die Zeit, in welcher der Brunnen aufgedeckt und offen blieb, vom 20./V bis zum 24./V 5 leere Rubriken, weil während dieser Zeit infolge des fortwährenden Auspumpens und Ausgrabens der Brunnen kein Wasser enthielt und keine Proben entnommen werden konnten. Erst am 25./V konnte nach Vollendung der Arbeit die Untersuchung wieder aufgenommen werden und sind daher mit nur geringen Ausnahmen, welche von äusseren Gründen abhingen, täglich Wasserproben aus dem Brunnen entnommen und bacteriologisch untersucht worden.

Meine Untersuchungen des Brunnens schliessen sich direct an die Untersuchungen von Tager an. Tager hat seine Untersuchungen mit denen von Bratanowicz, die im Sommer 1892 ausgeführt wurden, verglichen und ist zu dem Schluss gelangt, dass der Keimgehalt und die Schwankungen im Winter geringer sind als im Sommer, und erklärte das plötzliche

Ansteigen der Keimzahl vom 9 März und die darauf folgende Vermehrung derselben bis zum 30 März als Folge des Aufthauens des Bodens im Frühling. Dasselbe, was beim Aufthauen geschieht, geschieht auch bei starken Niederschlägen, wie Bratanowicz nachgewiesen hat.

Aus meinen Versuchen, in der kurzen Zeit vom 19./IV bis zum 12./V, bis zu der Zeit, wo der Brunnen aufgedeckt worden ist, haben sich ebenfalls grössere Schwankungen in der Keimzahl ergeben. Bringe ich dieselben mit denen von Bratanowicz und Tager beobachteten Thatfachen in Zusammenhang, so muss ich zu den von ihnen schon genannten Ursachen noch eine hinzufügen, nämlich eine deutlich wahrnehmbare Vermehrung der Keimzahl infolge einer ausgiebigen und starken Benutzung des Brunnens. Dieses illustriren auf der Tabelle das plötzliche Ansteigen der Keimzahl am 30./IV und die darauf folgenden Schwankungen bis zum 12./V. Es hat sich nämlich herausgestellt dass der Brunnen am Tage vorher stark benutzt wurde und dass das Wasser schon bei der blossen Besichtigung ein trübes Aussehen angenommen hatte.

Drei Ursachen wären es also, die eine Vermehrung der Keime bei den Kesselbrunnen zur Folge haben: Das Aufthauen des Bodens, starke Niederschläge und eine Ueberbürdung der Brunnen. Durch das Aufthauen des Bodens werden grosse Wassermengen frei, welche ebenso wie die Niederschläge Schmutzstoffe aller Art von der Erdoberfläche aufnehmen und dem Boden zuführen. Die Aufgabe des Bodens ist es nun, diese Stoffe von dem Wasser zu befreien und zurückzuhalten. Dort, wo der Boden eine feinporige Beschaf-

fenheit besitzt, braucht das Wasser nur 1—2 Meter zurückzulegen, um von den in ihm suspendirten Stoffen und Organismen befreit und gereinigt zu werden. Bei dem grobporigen Torfboden aber, wo die Filtrationskraft keine so ausgiebige ist, muss das Wasser eine viel dickere Schicht passiren, damit derselbe Erfolg erreicht wird. In der Embachniederung, wo das Grundwasser dicht unterhalb der Erdoberfläche $\frac{1}{2}$ —1 Meter tief angetroffen wird, finden wir daher nur eine dünne Erdschicht und zudem aus losem aufgeschütteten Banschutt bestehend, durch welche das Wasser durchsickern muss, um zum Grundwasser zu gelangen. Es wird daher das Wasser, nicht genügend filtrirt, mehr oder weniger grosse Mengen von Schmutzstoffen zum Grundwasser befördern. Da nun die Brunnen im Bereiche dieses oberflächlichen Grundwassers gelegen sind und durchlässige Wandungen besitzen, so dringt durch die Spalten derselben das schmutzige Wasser hindurch und bildet die Ursache für die Vermehrung der Keimzahl.

Aber auch eine Ueberbürdung der Brunnen, das unaufhörliche Pumpen, kann Veranlassung zur Vermehrung der Keimzahl geben. Hierbei sind wiederum 3 Momente zu berücksichtigen: Die Schlammsschicht, die Filtrationsgeschwindigkeit, die Wirkung des Brunnens als Drainrohr.

Die Schlammsschicht wird durch das anhaltende Pumpen und das starke Zuströmen des Wassers in ihrem Zusammenhang gelockert und aufgewirbelt. Da nun die Schlammsschicht, um nicht auf allgemein bekannte Thatsachen näher einzugehen, grosse Mengen von Bacterien enthält, so werden dieselben mit den Fetzen der

aufgewirbelten Schlammsschicht in den Brunneninhalt gelangen müssen.

Die Filtrationsgeschwindigkeit des zum Brunnen zuströmenden Wassers, worauf ich noch später zurückkomme, ist um so stärker je mehr von demselben abgepumpt wird und erreicht das Maximum seiner Geschwindigkeit, wenn der Brunnen vollständig leer gepumpt worden ist, was beim anhaltenden Pumpen doch einmal eintreten muss. Die Filtrationsgeschwindigkeit steht aber im Gegensatz zur filtrirenden Kraft der Medien, durch welche das Wasser durchdringen muss. Es wird somit mit der vermehrten Geschwindigkeit wiederum ein Grund mehr für die Vermehrung der Keime beim starken Gebrauch der Brunnen gegeben sein. Dazu kommt noch ein Moment nämlich dass der Brunnen wie ein Drainrohr in den Erdboden eingesetzt ist und mit Begierde den Boden auslaugt. Sobald der Brunnen nun häufig und vollständig geleert wird, wird seine ansaugende Kraft grösser werden und seine Wirkung auf weitere und grössere Strecken zur Entfaltung kommen. Es wird nicht nur das viel höher gelegene oberflächliche Grundwasser, sondern es werden auch Flüssigkeiten angesogen, welche aus den im Umkreis liegenden, durchlässigen Schlammkästen, Abtrittsgruben ect. in die Umgebung austreten.

Es wird daher von den Hygienischen Verhältnissen und von der Beschaffenheit der Brunneneinfassung abhängen, in welchem Grade diese Momente zur Wirkung kommen. Den Grad derselben können wir aber sehr gut durch die bacteriologische Untersuchung, blos durch die Anzahl der Keime und deren Schwankungen bestimmen. Je mehr diese Einflüsse sich geltend machen, um so grösser fällt die Keimzahl aus.

Beim „Pb“ hat sich dieses nur durch verhältnismässig geringe Schwankungen in der Keimzahl kundgegeben, entsprechend den dort herrschenden Hygienischen Verhältnissen und seiner Brunneneinfassung. Darin liegt auch eine Erklärung dafür, dass der Brunnen zeitweilig wegen seines geringen Keimgehaltes zu den guten Brunnen gezählt werden konnte.

Durch das Aufdecken des Brunnens wurde wiederum ein Moment zur Verunreinigung des Brunnens geschaffen und machte sich auch sofort bei der bacteriologischen Untersuchung geltend. (Tab. I, 13/V—19/V) Auch hier ist die Keimzahl dem Grade der Verunreinigung entsprechend. Sobald eine neue Verunreinigung hinzu kommt, steigt auch sofort die Keimzahl.

Als nun vollends bei der Arbeit viel Schmutz in den Brunnenschacht hineingebracht wurde und gleichzeitig durch die Entfernung der Schlammsschicht ein weiteres Moment für die Vermehrung der Keime auftrat, erwies die bacteriologische Untersuchung dem entsprechend auch eine sehr starke Vermehrung der Keimzahl (643200. 25/V).

Interessant und lehrreich ist nun ferner zu beobachten, wie der Keimgehalt von diesem Tage ab allmählig abnimmt, wie das Brunnenwasser sich allmählig klärt, aus der lehmfarbigen, trüben, in die normale wasserhelle, durchsichtige Beschaffenheit zurückkehrt; ferner wie das Princip der Selbstreinigung des Brunnenwassers, die Aufhellung desselben und das Sinken der Keimzahl einen Kampf aufzunehmen hat mit der ungünstigen sich bald einstellenden Witterung, den starken Niederschlägen und den damit verbundenen Verunreinigungen des Brunnenwassers. So lange die Keimzahl noch eine sehr grosse war (über 100000 pro ccm)

nahm das Princip der Selbstreinigung die Oberhand, sobald aber die Keimzahl niedriger und kleiner wurde (unter 50000 pro ccm) trat der Einfluss der Witterung schon mehr in den Vordergrund, und machte sich sehr deutlich bemerkbar, als die Keimzahl unter 20000 sank. Wir sehen dann die Keimzahl bei starken Niederschlägen plötzlich ansteigen und eine kurze Zeit auf derselben Höhe verweilen, um dann wieder allmählig zu sinken, bis wiederum durch einen erneuten Regenguss das Grundwasser ansteigt, Schmutzstoffe aufnimmt und dem Brunnen zuführt. Es steigt und fällt dann die Keimzahl nach Massgabe der gegebenen Verhältnisse.

Von diesem Schema, welches ich als Regel aufstellen möchte, finden sich aber Abweichungen nach verschiedenen Seiten hin. Hier und da finden wir trotz der starken Niederschläge ein Verbleiben der Keimzahl auf derselben Höhe und nicht selten sogar eine Abnahme und anderseits ein Ansteigen der Keimzahl ohne wahrnehmbaren Grund. Für die Abweichungen ist es schwer einen einheitlichen Grund zu finden, welcher durchschlagend in allen Fällen Geltung haben soll und experimentell sich beweisen liesse. Auf dieselben einzugehen würde mich aber zu weit führen.

Die Selbstreinigung des Wassers findet ihren Ausdruck und ihre Ursache in der Sedimentirung. Ebenso wie die Lehmpartikelchen und die Sandkörner vermittelst ihrer Schwere zu Boden fallen, sinken auch die schleimigen suspendirten Bestandtheile, reissen die in dem Wasser sich frei bewegenden Keime mit sich und bilden so die obenerwähnte Schlammsschicht, welche ihrerseits wiederum der Brunnensohle unmittelbar aufliegend, sich fortwährend verstärkt, an Mächtigkeit zu-

nimmt, um die aus dem Grundwasser kommenden Verunreinigungen gleichsam wie ein Thorwächter zurückzuhalten und nur dem reinen Wasser den Durchtritt zu gestatten. An dieser Stelle an der Brunnensohle, tritt ein Wettstreit zwischen der Mächtigkeit der Schlamm-schicht und der Filtrationsgeschwindigkeit auf. Je dicker die Schlamm-schicht, um so weniger Keime treten durch dieselbe durch, je grösser die Geschwindigkeit des zufließenden Wassers, um so mehr Keime werden mit demselben mitgerissen und finden ihren Weg in den Brunnen. In dem Brunnen vermehren sich die Keime bei günstigen Temperaturverhältnissen, bewegen sich dann zum Theil frei und gesondert in allen Theilen der Flüssigkeit, zum Theil bilden sie Verbände, wachsen zu Fäden aus, erreichen die Brunnenwandung und bleiben an derselben haften oder werden vorher von den im Wasser suspendirten Bestandtheilen zu Boden gerissen. An den Wandungen entstehen dann mächtige Colonien, von denen aus wiederum Individuen sich ablösen und ins Wasser gelangen. Es können aber auch Colonien und Fäden von der Wandung sich ablösen und eine plötzliche Vermehrung der Keime zur Folge haben. Dieselbe kann aber bei der bacteriologischen Untersuchung noch grösser ausfallen, wenn solch ein Faden zufällig in die Untersuchungsflüssigkeit gelangt. Solche Zufälle dürften auch bei den obenerwähnten Abweichungen mit eine Rolle spielen.

Sehen wir aber von den Abweichungen ab und rufen uns das oben geschilderte Verhalten des Brunnens „Pb.“ ins Gedächtniss zurück und vergleichen es mit den früheren Beobachtungen, so müssen wir zugeben, dass die hier ausgeführte Brunnenconstruction

keine nennenswerthe Erfolge aufzuweisen hatte. Denn hier wie dort sehen wir eine deutliche Abhängigkeit der Keimzahl von den auf die Erdoberfläche fallenden Niederschlägen und ebenso wie dort liegt auch hier die Gefahr nahe, dass pathogene Bacterien auf demselben Wege wie die Saprophyten ihren Weg zum Brunnen finden könnten. Daraus dürfen wir aber nicht eher den Schluss ziehen, dass die hier angewandte Construction eine unzureichende ist, als bis der Nachweis erbracht ist, dass der Brunnen von unten her keine Verunreinigungen erhalten kann, dass der Brunnen eine hinreichende Tiefe besitzt oder, was dasselbe ist, das Grundwasser in dieser Tiefe keimfrei ist.

Zur Beantwortung dieser Frage, womit ich zugleich auf den zweiten Punkt meiner Aufgabe übergehe, habe ich die Brunnendesinfection nach Fränkel ¹⁾ ausgeführt und folgendes Verfahren eingeschlagen:

Der ganze Brunneninhalt wurde in eine überschüssige (3—4 %) Carbolschwefelsäurelösung verwandelt, um den Brunneninhalt und die Brunnenwandungen steril zu machen. Zu diesem Behufe wurde zunächst ein Gemenge der Carbolschwefelsäure im Verhältniss von 11:10 hergestellt und in den Brunnen hineingegossen, wobei gleichzeitig der Brunneninhalt tüchtig umgerührt wurde. Nach Verlauf von wenigstens 24 Stunden wurde der Brunnen ausgepumpt, um die Carbolschwefelsäure aus demselben zu entfernen. Das Auspumpen wurde dann täglich um dieselbe Stunde fortgesetzt, bis keine Spur der Carbonsäure mehr nach-

1) Dr. Carl Fränkel: Untersuchungen über Brunnendesinfection und den Keimgehalt des Grundwassers. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. VI, pag. 23.

zuweisen war. Vor und nach der Desinfection sowie vor dem jedesmaligen Auspumpen wurden für die bacteriologische Untersuchung Wasserproben entnommen; vor der Desinfection deshalb, um den Keimgehalt des Brunneninhaltes festzustellen, nach der Desinfection, um den Erfolg derselben zu constatiren und vor dem jedesmaligen Auspumpen, um den Zeitpunkt zu bestimmen, wo die Carbolschwefelsäure durch das zufließende Grundwasser dermassen verdünnt worden ist, dass sie keinen Einfluss mehr auf die Entwicklung der Keime ausüben kann. Der letzte Punkt ist der wichtigste, weil dadurch der Keimgehalt des Grundwassers bestimmt werden konnte. Ist nämlich durch das fortwährende Auspumpen so viel von der Carbolschwefelsäure entfernt worden, dass der Rest nicht mehr genügt, um den Brunneninhalt zu desinficiren, die Keime abzutöden und ihre Entwicklung zu behindern, dann müsste sich, falls das zufließende Grundwasser Keime enthält, der Keimgehalt durch die bacteriologische Untersuchung nachweisen lassen. Es wurde deshalb jede Probe sofort ins Hygienische Institut transportirt und in folgender Reihenfolge einer dreifachen Untersuchung unterzogen: Zunächst wurde ein Theil der Probeflüssigkeit für die bacteriologische Untersuchung verwandt, an einem anderen Theil die Reaction auf Carbonsäure und Schwefelsäure ausgeführt und der Rest mit einer Reinkultur des Kieler Bacillus versetzt und mehrmals durchgeschüttelt. Die Controllprobe wurde dann 24 Stunden stehen gelassen, damit die Flüssigkeit eine hinreichende Zeit zur Entfaltung ihrer Wirkung erhält, und darauf ebenfalls einer bacteriologischen Untersuchung unterworfen. Den Kieler Bacillus wählte ich wegen seiner

characteristischen Farbe und seiner Widerstandsfähigkeit. Die Reaction auf Carbonsäure wurde mit Eisenchlorid ausgeführt und jedesmal auf der Tabelle die Reaction durch (C. R.) angegeben. Die Wirkung der Carbonsäure wurde aber durch das Verhalten der Controllproben bestimmt. Blieb die Controllprobe steril, so war das ein sicheres Zeichen dafür, dass die Menge der Sulfocarbolsäure noch reichlich genug vorhanden war, um eine desinficirende Wirkung auszuüben, trat dagegen in den Controllproben eine reichliche Entwicklung von Keimen auf, so wurde daraus geschlossen, dass die Menge der Carbolschwefelsäure nicht mehr ausreicht, die Entwicklung der Keime zu hindern.

So lange also die Controllproben steril blieben, musste der Brunneninhalt ebenfalls keimfrei bleiben, traten aber in den Controllproben Keime auf, so mussten auch im Brunneninhalt die Microorganismen sich nachweisen lassen. Ich durfte daher den Schluss ziehen, dass, falls die Controllproben eine reichliche Entwicklung von Keimen aufweisen, der Brunneninhalt aber keimfrei bleibt, dass dem Brunnen zufließende Grundwasser keimfrei ist, ferner dass, falls in dem Brunneninhalt und in den Controllproben gleichzeitig Keime auftreten, das Grundwasser in dieser Tiefe keimhaltig ist.

Die Resultate der Desinfectionsversuche ergeben die Tabellen V, VI, VII, VIII und IX.

Die Tabelle V enthält ausserdem noch die Keimzahlen für die Proben, welche während der Arbeit, vor dem Hineinlassen der Thonröhren, aus dem Inneren des Holzschachtes entnommen wurden, ferner für die Proben, welche aus dem Inneren der Thonröhren während der Arbeit entnommen wurden und schliesslich

die Resultate, welche nach mehrmaligem Auspumpen und Abbürsten der Brunnenwandung erhalten wurden. Aus diesen Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Dass beim Anlegen des Brunnens viel Schmutz in den Brunnenschacht hineingebracht wurde.
2. Dass der Filz, welcher die untere Oeffnung des Brunnenrohres verschliesst, nicht imstande ist die Microorganismen zurückzuhalten und höchstens nur am Anfang seiner Thätigkeit einen geringen Einfluss auf die Abnahme der Keimzahl ausübt (200000—65100).
3. Dass das Abbürsten der Brunnenwandungen keinen Zweck hat, wenn der Brunnen nicht vorher vollständig entleert wird und die Brunnenwandungen nicht mit einer sterilen Flüssigkeit abgespült und abgerieben werden. Es wurde nämlich der Brunnen nur bis zur Hälfte ausgepumpt und dann mit einer Bürste, welche sich mit dem Brunneninhalt vollgesogen hatte abgebürstet.

Nachdem ich das Verfahren bei der Desinfection und den Gang der Untersuchung ausführlich geschildert habe, glaube ich hier bei dem Hinweis auf die Tabellen nur noch die Gründe angeben zu müssen, welche mich veranlassten, die Desinfectionsversuche mehrmals zu wiederholen. Zu meinen Versuchen habe ich eine grössere Quantität der Carbolschwefelsäure verbraucht, als es unbedingt zur Desinfection nöthig ist. Mir lag es weniger daran, ein Desinfectionsmittel für Kesselbrunnen ausfindig zu machen und die Minimaldosis anzugeben, als vielmehr und allein durch die Desinfection den Keimgehalt des Grundwassers zu constatiren. Bevor ich meine Versuche ausführte habe ich eine 2%

Lösung der Carbolschwefelsäure hergestellt und dieselbe mit Reinculturen des Kieler Bacillus, des Prodigiosus und der Blauen Milch versetzt und mich überzeugt, dass die Lösung hinreiche, die Entwicklung der Keime zu verhindern. Bei der Brunnen-desinfection kam es jedoch hauptsächlich darauf an die Brunnenwandungen und den Brunnenboden gründlich zu desinficiren, damit das Grundwasser beim Eintritt in den Brunnen und beim Verbleiben in demselben weder von den Wandungen noch vom Boden her verunreinigt werde. Es schien mir daher practischer zu sein, von vorneherein eine grössere Quantität des Desinfectionsmittels anzuwenden und eine concentrirtere Lösung herzustellen. Es wurde dann ein Theil der concentrirten Carbolschwefelsäure zum Abreiben der Wandungen benutzt und der Rest direct in den Brunnen hineingegossen und der Brunneninhalt tüchtig durchgerührt. Beim ersten Versuch wurden 10 Liter der oben angegebenen Mischung verbraucht. Es wurde somit der Brunneninhalt in eine circa 4% Lösung verwandelt. In der Ueberzeugung, dass der Brunneninhalt dadurch steril geworden sein müsse, habe ich keine Probe vor dem Auspumpen aus dem Brunnen entnommen (Tab. VI 18/IV). Die Probe, die nach dem erstmaligen Auspumpen entnommen wurde, ergab bei der Untersuchung 91500 Keime, trotzdem die Probeflüssigkeit mit Eisenchlorid versetzt einen deutlichen violetten Farbenton annahm. Auch die Controllprobe wies eine unzählige Menge von Bacterien auf. Die Zahl der Keime nahm von Tag zu Tag zu und erreichte am 29./VI. 1,014000 Keime im ccm.

Ich betrachtete den Versuch als misslungen und glaubte durch mehrmaliges Abbürsten der Wandungen

und eine stärkere Concentration des Desinfectionsmittels einen besseren Erfolg zu erzielen. Ich nahm daher eine abermalige Desinfection (Tab. V 29./VI) mit einer grösseren Quantität, 12 Liter der Carbolschwefelsäure, vor, so dass der ganze Brunneninhalt dadurch in eine 5% Lösung verwandelt worden ist. Auch liess ich diesmal 2×24 Stunden verstreichen, bevor ich den Brunnen auspumpen liess, um die Wirkung des Desinficiens durch die längere Dauer der Einwirkung noch zu verstärken. Die Wandungen des Brunnens wurden im Verlaufe dieser Zeit mehrmals abgebürstet. Vor dem Auspumpen wurden am 30./VI und 1./VII Proben entnommen und nach der oben angegebenen Methode untersucht. Der Brunneninhalt war steril und blieb es auch bis zum 5./VII incl., trotzdem der Brunnen täglich einmal ausgepumpt wurde. Aber auch die Controllprobe blieb steril und lieferte dadurch einen sicheren Beweis, dass die Lösung trotz des mehrmaligen Auspumpens noch stark genug war, um die Keime abzutöden. Am 6./VIII aber, als in der Controllprobe Keime auftraten, wies der Brunneninhalt ebenfalls eine reichliche Anzahl (2800) Keime auf. Dieselbe vermehrte sich ebenso, wie beim ersten Versuch von Tag zu Tag um das 10—20 fache. Aus diesen Versuchen musste also der Schluss gezogen werden, dass das Grundwasser an dieser Stelle noch in einer Tiefe von $3\frac{1}{2}$ Metern grosse Mengen von Bacterien führe, was aber mit den Desinfectionsversuchen an den Brunnen IV A, IV B und IV C nicht übereinstimmte, und mich veranlasste noch zwei weitere Versuche an dem Brunnen IV D vorzunehmen.

Die Brunnen IV A, IV B und IV C wurden in einer anderen Weise desinficirt, als der Brunnen IV D. Es wurde nämlich am 1./VII aus dem Brunnen IV D der Inhalt, welcher zur Zeit eine 5% Lösung der Carbolschwefelsäure enthielt, der Reihe nach in die Brunnen IVA, IVB und IVC übergepumpt. Die Proben, die einige Tage nachher aus den Brunnen entnommen wurden, lieferten den Nachweis, dass dieses Verfahren genügt hat, um die Brunnen steril zu machen. In diesem Zustande verblieben die Brunnen unberührt circa ein Monat, und zwar Brunnen IVA bis zum 31./VII, IV B bis zum 5./VIII und IVC bis zum 13./VIII. Es war dieses deshalb geschehen, weil ich den einen Schlauch der mir zur Verfügung stand, nicht gleichzeitig für alle Brunnen benutzen wollte, in der Meinung, dass ein Brunnen durch den andern inficirt werden könne. Es wurden deshalb die Brunnen einer nach dem andern untersucht und der Schlauch, an welchen die Pumpe bei dem jedesmaligen Auspumpen angeschraubt werden musste, in dem betreffenden Brunnen während der ganzen Zeit der Untersuchung liegen gelassen, um auch von aussen keine Verunreinigungen in den Brunnen hineinzubringen. Der Gang der Untersuchung war derselbe, wie bei dem Brunnen IVD. Die Proben wurden ebenso wie dort mit dem von Kirchner¹⁾ beschriebenen Apparat entnommen. Auffallend war es, dass trotz der geringeren Tiefe²⁾ in allen 3 Brunnen die zuerst nachweisbare Keimzahl viel geringer ausfiel als beim Brunnen IV D: Im Brunnen IV A = 29

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. XI, pag. 647.

2) Seite 32.

(Tab. VII) IV B = 21 (Tab. VIII), IV C = 36 (Tab. IX). Es konnte doch nicht angenommen werden, dass das Grundwasser in den oberflächlichen Erdschichten weniger Keime enthalte als in den tieferen Schichten.

Herr Prof. Körber machte mich darauf aufmerksam, dass in dem Altersunterschied der Brunnen die Erklärung für dieses Verhalten zu suchen sei. Die Brunnen IVA, IVB und IVC sind seit circa 3 Jahren zu verschiedenen Versuchen ausgenutzt und häufig während dieser Zeit abgepumpt und ausgepumpt worden. Es hat sich daher in diesen Brunnen im Laufe der Zeit eine mächtige Schlammsschicht ausgebildet, während der Brunnen IVD vor Kurzem errichtet noch keine wesentliche Schlammsschicht besitzen konnte. Es lag also nahe anzunehmen, dass das Grundwasser in der That grosse Mengen von Bakterien enthalte, welche in IVA, IVB und IVC von der Schlammsschicht zurückgehalten werden, in IVD aber durch das Fehlen der Schlickhaut frei in den Brunnen eintreten können. Andererseits konnte der Einwand aber auch nicht ohne Weiteres zurückgewiesen werden, dass bei der grösseren Tiefe des Brunnens IVD, während der längeren Dauer des Auspumpens, während welcher Zeit der Deckel entfernt werden musste, leichter eine Verunreinigung von oben her zustandekommen könne, als bei den anderen Brunnen, und dass möglicher Weise darin der Grund liege, weshalb überhaupt das Grundwasser in dieser Tiefe keimhaltig angetroffen worden ist. Es wurde daher die obere Oeffnung des Brunnenrohres folgendermassen verschlossen und dafür gesorgt, dass beim Auspumpen keine Verunreinigungen von oben her Zustände kämen.

Es wurde ein neuer Deckel zum Verschliessen der oberen Oeffnung angefertigt, der nicht wie der alte Deckel blos in den oberen becherförmigen Aufsatz der Röhre, sondern 15 cm tief in das Brunnenrohr selbst hineinragte. Ausserdem wurde angeordnet, dass der Deckel mit seinem breiteren oberen Rande nicht vollständig den becherförmigen Aufsatz der Röhre ausfüllen, sondern allseits einen mehr als daumenbreiten Raum freilassen soll. Diese Zwischenräume wurden dann mit Cement gefüllt und auch die Oberfläche des Deckels mit einer circa 2 cm. dicken Cementschicht bedeckt und dem oberen Rande des becherförmigen Aufsatzes gleich gemacht. An dem Deckel befanden sich aber noch zwei Oeffnungen. Eine Oeffnung wurde durch ein eisernes Rohr verschlossen, welches am unteren Ende eine Winde für den Pumpenschlauch und am oberen Ende eine Winde für die Pumpe selbst besass. Die andere Oeffnung diente als Luftrohr und wurde durch einen sterilen Wattetampon verschlossen. Es wurde somit der Brunnen in einen Pumpbrunnen mit einer festen Eindeckung verwandelt. Die Probe musste deshalb jetzt mit einem Erlenmeyer'schen Kolben entnommen werden. Sonst war der Gang der Untersuchung derselbe wie bei den früheren Versuchen.

Der Brunnen wurde von 6/IX (Tab VI) mit nur 6 Liter der conc. Sulfocarbolsäure desinficirt und erst am 10/IX zum ersten Mal ausgepumpt. Steril blieb der Brunnen und auch die Controllprobe bis zum 11/IX incl. Die Colonien traten auch hier wie bei den früheren Versuchen zu gleicher Zeit im Brunneninhalt und in den Controllproben auf, und zwar am ersten Tage

1650 und am zweiten Tage, den 13/IX 18640 Colonien, bei noch nachweisbarer Carbolreaction.

Vergleichen wir das Resultat dieser Untersuchung mit den früheren Versuchen, so ist der Erfolg, der durch die Eindeckung erzielt worden ist ein sehr geringer, wenn wir die beiden Zahlen 2800 und 1650 in Relation zu einander setzen.

Es fragt sich nun, ob nicht noch ein Moment ausser Acht gelassen wurde, ob nicht die Filtrationsgeschwindigkeit Schuld an dem Resultat trüge. Um diese Frage zu beantworten musste also die Geschwindigkeit, mit der das Grundwasser in den Brunnen eindrang, gemessen werden.

Es wurde zu diesem Zweck der Brunnen vollständig ausgepumpt und die Höhe der Wassersäule, welche im Laufe von 2 Stunden dem Brunnen zufloss, gemessen. Die Höhe der Wassersäule betrug 170 cm., somit durchschnittlich für jede Stunde 85 cm. oder 850 mm. Von einem guten Filterwerk wird verlangt, dass die Geschwindigkeit nicht mehr als 100 mm in der Stunde betragen soll, um das Wasser von den Keimen zu befreien. Da nun die Filtrationsgeschwindigkeit hier um 8,5 mal grösser ist, so lag es nahe diesen Umstand für das Misslingen der Versuche verantwortlich zu machen und anzunehmen, dass bei Herabsetzung der Filtrationsgeschwindigkeit der Erfolg nicht ausbleiben werde.

Die Filtrationsgeschwindigkeit lässt sich aber bei einem Brunnen sehr gut herabsetzen, wenn man den Brunnen nicht vollständig auspumpt, sondern nur die Hälfte oder noch weniger abpumpt. Es wurde deshalb durch einen Versuch festgestellt, wieviel man höchstens abpumpen darf, damit die Geschwindigkeit

nicht mehr als 100 mm in der Stunde betrage. Wollte man dieses beim Brunnen IV D erreichen so durfte man nicht mehr als 35 Liter abpumpen. Es wurde daher der Brunnen IV D einer nochmaligen Desinfection unterworfen und jedesmal nicht mehr als 30 Liter abgepumpt, um vollständig sicher zu sein, dass die Filtrationsgeschwindigkeit nicht mehr als 100 mm in der Stunde betrage. Die Desinfection wurde auch hier wie beim vorigen Versuch mit nur 6 Liter des Desinficiens ausgeführt. Auch der Gang der Untersuchung war derselbe wie beim vorigen Versuch, nur dass hier nicht vollständig ausgepumpt, sondern nur 25–30 Liter, anfangs einmal täglich, späterhin zweimal täglich abgepumpt wurde. Das Resultat entsprach nicht den Erwartungen. Auch bei dem letzten Versuch konnte es nicht erzielt werden, dass der Brunnen nach Entfernung der wirksamen Mengen von Carbolsäure auch nur einen einzigen Tag keimfrei geblieben wäre. Die Dauer der Wirkung der Carbolschwefelsäure wurde prompt und sicher durch die Controllproben angegeben. So lange die Brunnenflüssigkeit imstande war die Culturen des Kieler Bacillus abzutöden, so lange musste sie natürlich auch auf die in den Brunnen eindringenden Keime ihre Wirkung entfalten. Wenn also bis zu dieser Zeit der Brunneninhalt keimfrei blieb, so musste es als Folge der Desinfection betrachtet werden. Wäre der Brunnen aber steril geblieben, trotzdem in den Controllproben die Entwicklung der Keime ungehindert vor sich ging, so hätte dieses mit grosser Wahrscheinlichkeit für die Keimfreiheit des zum Brunnen zufließenden Wassers gesprochen, im entgegengesetzten Falle aber mit absoluter Sicherheit dafür, dass das Wasser beim Eindringen in den

Brunnen nicht keimfrei, sondern keimhaltig ist. Da nun bei keinem Desinfectionsversuch auch nur einen einzigen Tag der Brunnen steril geblieben ist, so ist damit mit absoluter Sicherheit bewiesen worden, dass die Brunnen von einem keimhaltigen Grundwasser gespeist werden. Da ferner die Tiefe der Brunnen nicht über 3.6 Meter beträgt, so ist auch damit nur der Nachweis geliefert worden, dass das Grundwasser bis zu dieser Tiefe keimhaltig ist, nicht aber noch in 4 Meter oder darüber hinaus. Wie gross der Keimgehalt ist, lässt sich ebenfalls aus den Desinfectionsversuchen nicht schliessen, weil die Keimzahl nach jedem Desinfectionsversuch rasch in die Höhe geht noch bevor die Carbol-schwefelsäure aus dem Brunnen vollständig entfernt ist. Es müsste dann der Nachweis noch vorher geliefert werden, dass alle im Brunnen vorkommenden Arten eine gleiche Widerstandskraft besitzen und dass nicht doch noch einzelne Arten empfindlicher sind als andere und bei einem sehr geringen Gehalt des Brunnenwassers an Carbolsäure schnell zu Grunde gehen. Wüsste man noch wenigstens, welche Arten hier in dieser Tiefe im Boden vorkommen, dann könnte man vielleicht durch die Bestimmung der Arten, welche zuerst nach der Desinfection im Brunnen auftreten, einen Anhaltspunct dafür gewinnen. Da aber dieses bisher noch nicht bestimmt worden ist, so konnte ich die Bestimmung der Arten nicht verwerthen. Es sei daher hier nur beiläufig bemerkt, dass nach der Desinfection zuerst im Brunnen IVD folgende Arten aufgetreten sind: Der grauverflüssigende Bacillus, der *Bac. Aquatilis villosus* und der Typhusähnliche Bacillus. Von den beiden letzteren sind auch nur einige wenige aufgefunden wor-

den, während die Hauptzahl von dem grauverflüssigenden Bacillus gebildet wurde.

Die Anzahl der Keime glaubte ich aber durch folgenden Versuch bestimmen zu können: Mich stützend auf die Beobachtungen verschiedener Autoren¹⁾ dass nach kräftigem länger dauerndem Abpumpen der Keimgehalt in den Brunnen abnimmt, liess ich den Brunnen IVD unaufhörlich auspumpen und entnahm aus demselben alle 3 Stunden, bevor der Brunnen sich noch vollständig gefüllt hatte, Proben für die bacteriologische Untersuchung. Es sollte dadurch die Desinfection umgangen und dem Einwande vorgebeugt werden, dass der geringe Keimgehalt auf die Wirkung der noch restirenden Carbolschwefelsäure zu beziehen sei. Ein Probeversuch (Tab X 19/VII) bestärkte mich in meiner Voraussetzung. Es hat sich dabei herausgestellt, dass die Abnahme der Keimzahl nach dem jedesmaligen Auspumpen eine eiminent starke war; nach viermaligem Auspumpen nämlich nahm die Keimzahl von 1.050,000 auf 36,000 ab und nach weiterem zweimaligen Auspumpen auf 12,700. Es schien somit, als ob eine Fortsetzung eines derartigen Versuch's grosse Aussicht auf Erfolg hätte. Die Schwierigkeit aber bei der warmen und heissen Witterung den Versuch auszuführen machte die Fortsetzung im Augenblick geradezu unmöglich. Es musste daher der Versuch unterbrochen und eine günstigere Zeit abgewartet werden. Es wurde aus diesem Grunde der Brunnen nicht mehr ausgepumpt, wohl aber aus demselben Wasserproben für die bacteriologische Untersuchung entnommen. Ich konnte dabei consta-

1) Roth, Cramer, Bolton, Wolfhügel, Riedel, Rubner, Fränkel u. A.

tiren, dass in der Ruhepause beim Stagniren des Wassers die Zunahme der Keimzahl sehr schnell vor sich ging und dass die ursprüngliche Höhe der Keimzahl nicht nur erreicht, sondern in einigen Tagen (Tab. X 20/VII bis 27/VII) sogar überstiegen worden ist.

Erst am 26/VIII (Tab. X) wurde der Versuch wieder aufgenommen und fortgesetzt. Das Ergebniss dieses Versuch's war aber kein befriedigendes. Die dem betreffenden Grundwasser zukommende Keimzahl konnte auch durch einen derartigen Versuch nicht bestimmt werden. Auch bei diesem Versuch nahm am ersten Tage mit dem jedesmaligen Auspumpen die Keimzahl rasch ab und sank sogar nach 7 maligem Auspumpen (25/VIII 1. h.) von der ursprünglichen Höhe 1667000 auf 1169 herab. Damit war aber auch die niedrigste Zahl erreicht. Beim Fortsetzen des Versuchs nahm die Keimzahl nicht nur nicht ab, sondern stieg noch höher an. Die höchste Zahl die dann erreicht wurde war 52000 (26/VIII 7. h.) und sank wieder, aber nicht mehr regelmässig bis auf 2900 herab, um wieder gleich darauf anzusteigen. Nachdem in dieser Weise ganz unregelmässig eine Ab- und Zunahme beim Fortsetzen des Versuchs sich einstellte, schien es überflüssig zu sein, den Versuch noch weiter fortzusetzen. Für das Misslingen des Versuches habe ich die Ueberbürdung des Brunnens¹⁾ verantwortlich gemacht, und deshalb eine Wiederholung desselben für nutzlos erachtet. Wohl hatte ich die Absicht den Versuch zu modificiren und in der Weise auszuführen, wie ich es beim letzten Desinfectionsversuch gemacht hatte, nämlich den Brunnen

1) 1. Seite 40.

nicht vollständig jedesmal auszupumpen, sondern nur eine geringe Menge abzupumpen, um die Filtrationsgeschwindigkeit herabzusetzen. Ich habe aber den Versuch deshalb nicht ausgeführt, weil er eine allzu lange Zeit in Anspruch nehmen und infolge dessen an Bedeutung verlieren würde. Andererseits lässt sich schon, ohne die Keimzahl genau bestimmt zu haben, bloß durch die Thatsache, dass das Grundwasser keimhaltig ist, der Schluss ziehen, dass das keimhaltige Grundwasser in der Keimzahl denselben Schwankungen unterliegen wird, wie die Brunnen, und auch denselben Einflüssen ausgesetzt sein werde. Sobald nur der Nachweis geliefert ist, dass das Grundwasser bis zu einer gewissen Tiefe, hier 3, 6 Meter, keimhaltig ist, so ist damit zugleich nachgewiesen, dass die Höhe der Erdschichten bis zu dieser Tiefe nicht ausreicht, um ein keimfreies Filtrat zu liefern. Es werden daher die mit dem Thau- und Regenwasser in den Erdboden eindringenden Schmutzstoffe zum Theil infolge der ungenügenden Filtration dem dortigen Grundwasser zugeführt werden und eine Vermehrung der Keimzahl verursachen. Mit dem Thau- und Regenwasser könnten aber auch bei Gelegenheit pathogene Bakterien dem Grundwasser zugeführt werden. Liegt nun die Brunnensohle im Bereiche dieses Grundwassers, so wird der Brunnen trotz seiner guten Einfassung durch die Brunnensohle hindurch inficirt werden. In solch einem Falle ist natürlich durch eine Verbesserung der Brunnenconstruction nichts auszurichten.

Es geht daraus hervor, dass man bei der Brunnenanlage zunächst auf die Tiefe achten muss und erst

in zweiter Reihe auf die Brunnenconstruction (Einfassung und Eindeckung).

Beziehen wir das eben Gesagte auf den Brunnen „Pb“, so müssen wir erklären, dass die Verbesserung der Brunnenconstruction deshalb keinen Erfolg hatte, weil der Brunnen nur 3,3 Meter tief ist und mithin im Bereiche des keimhaltigen Grundwassers gelegen ist.

Die Bedeutung der Brunnenconstruction darf aber in jedem Fall nicht ausser Acht gelassen werden. Es ist immerhin ein grosser Unterschied, ob das Schmutzwasser direct und auf dem kürzesten Weg in den Brunnen gelangt, oder ob es eine mehr weniger hohe Erdschicht zu passiren hat. Je dicker die Erdschicht ist, die das Wasser zu durchdringen hat, um so reiner wird es. Es kommt hier neben der filtrirenden Kraft des Bodens noch der Umstand in Betracht, dass das Wasser beim Eindringen in den Erdboden in den oberflächlichsten Erdschichten den grössten Verunreinigungen ausgesetzt ist und beim tieferen Eindringen auf immer keimärmere Schichten stösst. Durch zahlreiche Beobachtungen verschiedener Autoren¹⁾ ist festgestellt, dass mit zunehmender Tiefe sehr bald die Zahl der Keime stark abnimmt. Dieses konnte auch Eberbach²⁾ bestätigen, der den Boden in dem uns interessirten Gebiete untersuchte.

Die Bedeutung der Brunnenconstruction dürfte aber erst dann zur vollen Geltung kommen, wenn der Brunnen die nöthige Tiefe besitzt. Ist der Brunnen-schacht durchlässig, so kann der Brunnen noch so tief

1) Koch, Maggiora, Beumer, C. Fränkel, Klementjew, etc.

2) l. c.

und der ihn umgebende Boden noch so vorzüglich sein, er wird dennoch nicht besser sein als mancher Flachbrunnen und ebensowenig Sicherheit in Bezug auf Infektionsgefahr bieten.

Die Tabelle XI bietet mir einen vorzüglichen Beleg dafür. Es handelt sich hier um einen Pumpbrunnen auf der Grenzstein'schen Besizung. Der Brunnen ist 9 Faden tief (ein Faden = 7 Fuss) und im Sand- und Kiesboden gelegen. Der Brunnenkessel besteht aus einem gespundeten Holzschacht. Auch ist der Holzschacht 4–5 Fuss tief mit einer für Wasser undurchdringlichen Lehmschicht allseits umgeben worden. Ausser dem Wohnhause des Grundbesizers befindet sich in der Nähe des Brunnens in weitem Umkreise kein einziges Haus. Der Brunnen liegt jedoch niedriger als das Wohnhaus aber im gleichen Niveau mit dem zum Hause gehörigen Abtritt. Das Gefälle der Abtrittsgrube befindet sich seitlich 10–15 Schritte vom Brunnen entfernt.

Trotz der vorzüglichen Lage und Tiefe des Brunnens hat die bacteriologische Untersuchung ergeben, dass die Zahl der Keime nach starken Niederschlägen ansteigt.

Auf der Tabelle XI sind zur besseren Uebersicht neben den Keimzahlen die Summe der Niederschlagsmengen aus den der Untersuchung vorausgegangenen Tagen angegeben. Bei näherer Betrachtung sieht man, dass die Niederschläge einen Einfluss auf die Keimzahl ausüben. Das Ansteigen der Keimzahl tritt aber hier im Gegensatz zum Brunnen Pb. nicht unmittelbar nach starken Niederschlägen auf, d. h. im Verlauf von 24–48 Stunden, sondern erst nach längerer Zeit. Auch

scheint es, als ob geringe Niederschlagsmengen keinen Einfluss ausüben. Es müssen entweder mit einem Mal grosse Niederschlagsmengen auf den Boden fallen oder mehrere Regentage hintereinander folgen, damit nach der Verdunstung noch eine genügend grosse Wassermenge übrig bleibt, um den Boden zu durchfeuchten und durch den durchlässigen Brunnenschacht in den Brunnen zu gelangen. Denn gelangt Wasser auf den Boden, so kann dasselbe nicht eher in die Durchgangszone übertreten, als bis die Capillaren der Verdunstungszone mit Wasser gefüllt sind¹⁾. Berücksichtigt man ferner noch, dass beim feinporigen Boden, wie aus Hoffmann's²⁾ Untersuchungen hervorgeht, eine längere Zeit vergehen muss, ehe das Wasser auch nur eine geringe Tiefe zurücklegt, so werden wir für das obige Verhalten eine ausreichende Erklärung finden.

Wie das Oberflächenwasser, ob es durch die mangelhafte Eindeckung, oder durch Spalten in der Lehmumkleidung oder schliesslich erst unterhalb der Lehmumkleidung, durch die durchlässigen Holzwandungen in den Brunnen gelangt, liess sich schwer ermitteln. Jedenfalls kann es nur im oberen Theil des Brunnenschachtes zustandekommen und nicht von unten her durch die Brunnensohle. Denn um diese Strecke zurückzulegen braucht das Wasser viele Jahre und würde, wenn es schliesslich von der Oberfläche dahin gelangt ist, schon längst keimfrei und ungefährlich geworden sein. Selbst im grobkörnigen und grob-

1) Kubel-Thiemann: Die chemische und mikroskopisch-bacteriologische Untersuchung des Wassers, pag. 475.

2) Ueber das Eindringen von Verunreinigungen im Boden und Grundwasser. Archiv für Hygiene Bd. II.

porigen Torfboden dürften in 9 Faden (63 Fuss) Tiefe keine Infection mehr zustandekommen können. In dieser Tiefe ist das Grundwasser entschieden vor jeder Infection geschützt, wenn nicht durch offene Canäle und Spalten das Wasser von der Oberfläche dahin geleitet wird. Hätte daher der Grenzstein'sche Brunnen eine für Wasser undurchlässige Einfassung, so müsste er vollständig keimfrei und gefahrlos sein. Jetzt aber bei dieser Einfassung, besitzt der Grenzstein'sche Brunnen trotzdem er 6 mal tiefer als „Pb“ ist und trotz seiner vorzüglichen Lage keinen Vortheil vor dem Brunnen auf der Florschen Besetzung, der dazu noch im keimhaltigen Grundwasser gelegen ist. Hier wie dort können bei Gelegenheit durch das Oberflächenwasser pathogene Bacterien in den Brunnen gelangen und ihn inficiren.

Ueber

Standgefäße für gekochtes Wasser.

Als ich mich an Herrn Professor Körber mit der Bitte um ein Thema für eine Dissertation wandte, war der Schrecken, den die Cholera im verflossenen Jahre verbreitete, noch nicht vollständig gewichen. Ja, man war der festen Ueberzeugung, dass der böse und unbittliche Feind tief in der Erde, unter der schützenden Eisdecke verborgen liege und nur warte, bis der Boden aufthauete, um wieder ans Tageslicht zu treten. Mit Angst und Bangen erwartete man den Feind und suchte nach Mitteln und Wegen, um demselben gerüstet entgegenzutreten zu können. Ueberall und allerorts wurde laut und eifrig über die Ansichten von Koch und Pettenkoffer gestritten. Die meisten entschieden sich für Koch und glaubten durch Kochen des Wassers den Feind an seiner Quelle zu vernichten und der Cholera aus dem Wege zu gehn. Vom Ministerium der Wegecommunication wurde der Befehl erlassen, auf allen Stationen gekochtes Wasser in dazu bestimmten Gefässen vorrätig zu halten und die Gefässe dort aufzustellen, wo sie am bequemsten vom Publicum erreicht werden könnten. Durch diese Anordnung

sollte das reisende Publicum, die Stationsbeamten und die Arbeiter vor der Infection geschützt werden.

Sicher ist es ja, dass die Kommabacillen schon bei wenigen Graden über Körpertemperatur abgetödtet werden und dass sie daher durch das Kochen des Wassers zu Grunde gehen müssen. Doch wurde ein Moment ausser Acht gelassen, ganz ähnlich wie bei der Gewinnung des Trinkwassers durch Brunnenanlagen, nämlich die Infectionsmöglichkeit der Wasserbehälter, der Standgefässe auf den Stationen. Während meiner Amtszeit als Sanitätsarzt auf der Strecke zwischen Jurjew, Pskow und Riga, hatte ich darauf zu achten, dass die Ministerielle Verfügung pünktlich vollzogen werde. Dabei kam ich aber bald zur Ueberzeugung, dass die Art und Weise, wie das gekochte Wasser transportirt und aufbewahrt wurde, nicht dem Zweck entsprach, den man durch die Anordnung erfüllt sehen wollte.

Ich ging daher mit Freuden auf den Verschlag des Herrn Professor Körber ein, das gekochte Wasser auf den Bahnhöfen einer bacteriologischen Untersuchung zu unterwerfen. War mir doch dadurch die Gelegenheit geboten worden meine gemachten Beobachtungen bacteriologisch beweisen zu können.

Am Bahnhof in Jurjew wird das Wasser im Maschinenraum, der circa 200 Schritte von dem Stationsgebäude entfernt liegt, in 2 kupfernen, eingemauerten Kesseln gekocht. Das gekochte Wasser wird nachher vermittelst gewöhnlicher Wassereimer zum Bahnhof hinübergetragen und in die dazu bestimmten Gefässe gegossen.

Lenken wir zunächst unsere Aufmerksamkeit auf die Geschirre, in welche das gekochte Wasser zum

Bahnhof befördert wird, so müssen wir uns doch von vorneherein die Frage vorlegen, ob dieselben nur für diesen Zweck bestimmt sind, oder auch sonst im Haushalt gebraucht werden und ob sie vor dem Gebrauch gereinigt werden. Hier ist von allem dem nichts der Fall:

Es werden zum Hinüberschaffen des gekochten Wassers dieselben Eimer gebraucht, mit welchen das rohe Wasser zum Kochen geholt wird. Es leuchtet nun ein, dass wenn in dem rohen Wasser Krankheitskeime sich befinden, dieselben auf das gekochte Wasser durch die unreinen Geschirre übergeimpft werden, wo ihnen Gelegenheit geboten wird sich zu vermehren, besonders da das Wasser beim Hinübertragen eine Temperatur besitzt, bei der die weitere Entwicklung und das Wachsthum der Keime begünstigt wird. Andererseits können, wenn auch die Geschirre keimfrei sind, während des Hinübertragens aus der Luft Keime in dieselben gelangen, da die gewöhnlichen Wassereimer keinen Deckel besitzen. Es ist somit beim Hinüberschaffen des gekochten Wassers der Infection ein grosser Spielraum geboten, was hier um so mehr ins Gewicht fällt, als der Ort, an dem dies geschieht, in dieser Beziehung als gefährlich bezeichnet werden muss, weil der Verkehr hier ein sehr reger ist.

Die Standgefässe für das gekochte Wasser sind gewöhnliche Holztonnen, nach Art und Grösse der Petroleumfässer, nur das hier an Stelle des einen Bodens ein Holzdeckel zum Oeffnen und Schliessen angebracht ist, während der andere Boden auf einem Gestell ruht. Seitlich befindet sich in der

Nähe des unteren Bodens ein Krahn, durch welchen das Wasser, vermittelt eines durch eine Kette am Fass befestigten metallenen Kruges, entnommen wird. Am Bahnhof in Jurjew finden wir zwei solche Tonnen, eine auf dem Perron, die zweite im Wartesaal dritter Classe. Ausser diesen beiden grösseren Holztonnen sind noch zwei kleinere aus Thon vorhanden, eine im Wartesaal erster Classe am Buffet, die andere im Wartesaal dritter Classe neben der Holztonne. Auf den Stationen der Linie zwischen Jurjew, Pskow und Riga finden wir überall eine grössere Holztonne auf dem Perron und eine Caraffe mit gekochtem Wasser auf den Speisetischen in den Wartesälen. In den Werkstätten sind zum Theil ebenfalls Holztonnen, zum Theil Theemaschinen für diesen Zweck bestimmt.

Das gekochte Wasser wird einige Stunden vor Ankunft der Personenzüge heiss oder warm in die Tonnen gegossen, damit es sich bis dahin abkühle. Die Tagestemperatur ist aber häufig eine sehr hohe — Die Verordnung wird ja gerade zur Zeit einer Choleraepidemie, im Hochsommer getroffen — so dass die Temperatur des Wassers nicht wesentlich sinkt und daher häufig über 20° Celsius angetroffen wird. Nun ist aber das gekochte Wasser schon ohnehin nicht sehr erquickend und schmackhaft und am allerwenigsten, wenn es bei dieser Temperatur dargeboten wird. Die Folge davon ist, dass das Publicum, besonders die Arbeiter an den Bahnhöfen, diesem auszuweichen und jede Gelegenheit zu erhaschen suchen, um sich rohes, ungekochtes Wasser zu verschaffen, auch wenn es nicht ganz rein ist und aus einem nahe gelegenen Graben herkommt. Ich war selbst Zeuge wie ein Arbeiter,

anstatt das Wasser aus der Tonne zu nehmen, neben einem flachen Graben niederhockte und nach Art der Thiere seinen Durst stillte. Der zweite und wichtigste Punkt ist der, dass die Holztonnen an und für sich schwer zu reinigen sind und dass an den Wandungen derselben und am Boden die im Wasser suspendirten organischen und anorganischen Bestandtheile sich durch Senkung ansammeln und einen guten Nährboden für die weitere Entwicklung der Organismen abgeben. Ein weiteres begünstigendes Moment für die Ansammlung und Wucherung von Keimen wird noch dadurch geboten, dass man die Tonne vor dem Füllen nicht vollständig entleerte, sondern sobald aus dem Krahn nichts mehr ausfloss, sofort frisches Wasser hinzugoss. Der Krahn befindet sich aber nicht unmittelbar am Boden, sondern etwas höher, so dass am Boden eine nicht unbeträchtliche Menge Wassers jedesmal zurückbleibt. Dieses Wasser ist trübmig, von milchig trüber Beschaffenheit, und wird beim Hinzugiessen von frischem Wasser aufgewirbelt und mit demselben gemengt. Das habe ich, während meiner Dienstzeit als Sanitätsarzt, mehrmals zu beobachten Gelegenheit gehabt und den Stationschef wiederholt darauf aufmerksam gemacht. Der bacteriologische Befund bestätigte meine Vermuthung. Die Keimzahl der Wasserproben, welche ich aus diesen Gefässen entnommen habe, ist eine sehr grosse. Gefährlicher noch als die grosse Zahl der Keime ist aber noch der Umstand, dass dieselben grossen Schwankungen unterliegen, was deutlich darauf hinweist, dass den zufälligen Verunreinigungen hier ein grosser Spielraum geboten ist. Das ist es auch, worauf ich ganz besonders die Aufmerksamkeit lenken möchte. Denn

gerade dieser Umstand ist es, der auf die Unzulässigkeit der bis jetzt bestehenden Einrichtung hinweist, und die Gefahr derselben deutlich vor Augen führt. Wäre die Zahl der Keime eine constante, so würde, wenn sie auch gross wäre, dass weniger ins Gewicht fallen, als gerade die Schwankungen, wenn wir nur die Ueberzeugung gewinnen, das zu dem gekochten Wasser Thür und Thor für das Hineingelangen von pathogenen Organismen verschlossen sei. Die Schwankungen aber weisen darauf hin, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Zufälligkeit hier eine grosse Rolle spielt. Kleine Schwankungen könnten durch Vermehrung der Keime, abhängig von der Temperatur, erklärt werden. Grosse Schwankungen müssen hier, wie überall, auf Verunreinigung von aussen zurückgeführt werden. Sobald wir das zugeben, müssen wir auch darauf gefasst sein, dass mit denselben leicht Krankheitskeime, hier speciell Cholerabacillen in das gekochte Wasser hineingelangen können. Somit bietet uns das gekochte Wasser an den Bahnhöfen, wenn es uns, wie bisher geboten wird, keinen Schutz vor der Infection.

Es fragt sich nun, ob wir nun nicht Massregeln treffen können, um diesen Uebelständen vorzubeugen. Zu diesem Zwecke habe ich mich an den Bahnarzt, Herrn Dr. Krüger, gewandt mit der Bitte folgende Anordnung zu treffen: Es sollen die Standgefässe vor dem jedesmaligen Füllen durch Auswaschen und nachheriges Ausspülen mit kochendem Wasser gereinigt werden. Herr Dr. Krüger ging bereitwillig auf meine Bitte ein und der Stationschef, Baron Ungern-Sternberg unterstützte mich in lebenswürdigster Weise und gab Befehl, dass meine Anordnungen

mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt werden. Aber auch diese Massregeln erwiesen sich als nicht zutreffend, da die Keimzahl, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, nicht nur nicht abnahm, sondern sogar eine Steigerung aufwies.

Zur besseren Orientirung will ich hier näher auf die Tabelle eingehen. Die Tabelle mit der Ueberschrift „gekochtes Wasser am Bahnhof“ enthält vier Rubriken mit der Angabe, wo die Gefässe aufbewahrt werden und aus welchem Material sie angefertigt worden sind. Eine jede Rubrik, mit Ausnahme der ersten, in welcher für den Monat und das Datum, die sich auf alle anderen Rubriken beziehen, besondere Abtheilungen sich befinden, besteht aus drei Abtheilungen, die die Zahlen enthalten für die Keimzahlen der Rollröhrchen und die Durchschnittszahl derselben. Am 3 Juni wurden die ersten Proben entnommen, und zwar kurz vor dem Eintreffen der Passagierzüge, die nächsten am 5. und 8. Juni zur selben Zeit. Die Untersuchung ergab, dass das Wasser in den Thongefässen weniger Keime enthielt, als in den Holztonnen, ferner dass die Keimzahl, als auch die Schwankungen an diesen 3 Tagen nicht so gross waren, als in den nächsten 3 Proben, welche am 15., 16. und 17. Juli entnommen wurden, woran lediglich die Reinigung, welcher die Gefässe vor dem Füllen unterworfen wurden, die Schuld trägt. Zugegen war ich beim Auswaschen der Gefässe nicht, weil ich nicht erfahren konnte, um welche Zeit dieses ausgeführt wird, da dieses der Dienerschaft überlassen wurde. Wäre ich zugegen gewesen, dann hätte ich gewiss mit mehr Sicherheit behaupten können, dass trotz der sorgfältigen Reinigung die Keimzahl zugenommen habe, wahr-

scheinlich davon herrührend, dass durch nicht sterilisirte und unreine Lappen die Gefässe inficirt worden sind. Jetzt kann mir allerdings der Einwand gemacht werden, dass die Reinigung vielleicht nicht mit der nöthigen Sorgfalt vorgenommen worden ist. Erwiedern jedoch kann ich darauf, dass es hier weniger darauf ankommt, die Ueberzeugung zu haben, dass die Reinigung mit der grössten Sorgfalt ausgeführt worden ist, als vielmehr den Erfolg zu constatiren, welchen dieselbe ohne Controlle gehabt hat, da wir doch mit solchen Verhältnissen rechnen müssen. Auf der Tabelle ist das am ersichtlichsten aus der zweiten Rubrik, wenn wir das Ansteigen der Keimzahl vom 15. auf den 16. und 17. Juli von 12990 auf 32448 und 45600 berücksichtigen.

Zur Erklärung der Durchschnittszahl in der 3. Rubrik vom 17. Juli, 571200, möge der Umstand dienen, dass das Gefäss aus Versehen mit ungekochtem Wasser, wie ich es später erfahren habe, gefüllt worden ist. Es erübrigt mir nur noch auf die letzte Rubrik und auf die einmalige Untersuchung der Wasserproben von den Bahnhöfen Walk, Sagnitz, Bockenhof und Elwa näher einzugehen:

In der vierten Rubrik treffen wir am 15. Juli auf eine Durchschnittszahl 448000, darunter am 16. und 17. Juli keimfrei. Die Zahl 448000 giebt die Anzahl der Keime des rohen Wassers an, weil ich die Probe absichtlich vor dem Kochen entnahm, um die Keimzahl des ungekochten Wassers festzustellen. Darauf wurde der Kessel versiegelt und nach dem Kochen zwei Tage in diesem Zustande belassen, mit der Weisung an die Dienerschaft, kein Wasser aus demselben zu entnehmen. Die Wasserproben, die ich persönlich an den nächsten

beiden Tagen aus diesem Kessel entnommen habe, erwiesen sich als keimfrei.

Dieser Befund ist für uns von grossem Werth, da uns dadurch die Versicherung beigebracht wird, dass das Wasser, welches durch das Kochen keimfrei gemacht worden ist, beim Stehen im Kessel selbst keine Verunreinigung erfährt und keimfrei bleibt. Von hier aus ist also das Wasser keimfrei entnommen worden. Das Auftreten von Keimen kann also nur von aussen her durch den Transport des Wassers und durch Verunreinigung der Standgefässe zustande kommen.

Um dem Einwande vorzubeugen, dass es sich hier bloss um locale Verhältnisse handle, habe ich mich nach Walk begeben und auf der Rückfahrt Proben von dem gekochten Wasser auf den betreffenden Stationen entnommen, nach Jurjew gebracht und sofort untersucht. Die Fahrt von Walk nach Jurjew dauert 3 Stunden. Die Untersuchung der Wasserproben aus Walk musste also um 3 Stunden nach Entnahme der Probe verschoben werden, von Sagnitz $2\frac{1}{2}$ Stunden, von Bockenhof $1\frac{1}{2}$ und von Elwa, um $\frac{3}{4}$ Stunde. Damit das Resultat durch diese Verzögerung nicht getrübt werde, habe ich alle Vorsichtsmassregeln, die uns zu Gebote stehen, angewandt, indem ich die Erlenmeyerschen Kolben während der Fahrt bis zum Halse in Eiswasser stehen liess, somit dafür Sorge trug, dass das Wasser bis zur Untersuchung keine Temperaturerhöhung erleide. Ich konnte somit auch die Umständlichkeit umgehen, das Wasser an Ort und Stelle zu untersuchen, um so mehr, als das gekochte Wasser schon ohnehin Zimmertemperatur besitzt, da die Gefässe in welchen das Wasser aufbewahrt wird, keine

besondere Vorrichtung besitzen, um das Wasser vor der umgebenden Temperatur zu schützen, sondern vielmehr der Sonnenhitze auf dem Perron und der Zimmerwärme in den Wartesälen ausgesetzt sind.

Auf der Hinfahrt stieg ich auf jeder Station aus und erkundigte mich, ob in den Gefässen gekochtes Wasser vorrätig sei, und fand zu meinem Bedauern dieses nur in Walk vor, während auf den anderen Bahnhöfen erst auf meine Bitte hin aus der Theemaschine gekochtes Wasser einige Stunden vor Entnahme der Proben hineingegossen werden sollten. Ich lege daher auf diese Untersuchung kein grosses Gewicht, da ich nicht sicher bin, ob dieses auch wirklich geschehen ist. Aus eben diesem Grunde habe ich es unterlassen und für nutzlos erachtet, nochmals eine Fahrt zu machen, um eine nochmalige Untersuchung anzustellen. In Elwa habe ich aus der Theemaschine das Wasser entnommen, welches ebenso, wie im Kochkessel am Jurjewer Bahnhof, sich als keimfrei erwies.

Aus den Resultaten meiner Untersuchung komme ich zum Schluss, dass man zur Zeit einer Choleraepidemie andere Massregeln in Bezug auf das gekochte Wasser an den Bahnhöfen treffen muss, wenn man von dieser Seite vor jeder Infection geschützt sein will.

Es muss eine Einrichtung getroffen werden, durch welche dem Publicum ermöglicht wird das Wasser direct aus den Geschirren, in welchen es gekocht wird zu entnehmen, wobei natürlich dafür Sorge getragen werden muss, dass das Wasser durch geeignete Vorrichtung sich rasch abkühle und kalt erhalten werde. Zu diesem Zweck schlage ich vor, das Stand-

gefäss durch ein Rohr mit dem Kochkessel zu verbinden, damit der Transport des Wassers durch andere Geschirre umgangen werde, das Standgefäss aber nicht aus Holz wie bisher, angefertigt werde, sondern aus Kupfer mit doppelten Wandungen, die so weit von einander abstehen, dass dazwischen Eis in genügender Menge untergebracht werden kann, um das Wasser nach kurzer Zeit abzukühlen. Ausserdem, würden die metallenen Gefässe noch den Vorzug haben leicht sterilisirt werden zu können, falls eine Verunreinigung sich einstellen sollte.

Durch diese Einrichtung, deren Kostenpreis gar nicht so gross ausfallen dürfte, würden alle Uebelstände beseitigt, jede Gefahr einer Infection ausgeschlossen und das Wasser dem Publicum kalt und erfrischend dargeboten werden.

Tabelle I.
Pumpbrunnen der Flor'schen Besetzung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wasserstand.	Temperatur des Wassers.	Temperatur der Luft + C. °.	Niederschlags- menge.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.			
							Rollröhrchen			Durch- schnitt.
							I.	II.	III.	
19./IV.	22./IV.	70	+ 0,5	4,6	5,3	1.0 u. 0.5	260	360	310	310
20.	23.	55	+ 0	0,8	3,8	" "	760	820	780	787
21.	24.	48	+ 0	1,8	"	" "	510	700	580	597
22.	25.	56	+ 0	3,0	"	" "	490	420	480	463
23.	26.	70	+ 0,5	4,0	5,9	" "	340	440	335	372
24.	27.	56	+ 0,5	6,6	"	" "	425	310	360	365
25.	28.	57	+ 0,5	8,8	"	" "	329	322	352	334
26.	29.	65	+ 1,0	9,4	"	" "	213	305	325	281
27.	30.	69	1,0	6,5	"	" "	300	320	328	316
28.	1./V.	70	1,0	10,6	"	" "	320	300	310	310
29.	2.	75	1,0	12,0	"	" "	290	292	236	273
30.	3.	75	1,5	13,1	"	" "	1200	1200	1200	1200
1./V	4.	76	1,5	14,1	"	" "	verflüssigt.			
2.	5.	76	1,5	8,1	"	" "	2000	2000	2000	2000
3.	6.	79	1,2	5,9	2,0	" "	1664	1664	1800	1709
4.	7.	75	1,8	3,9	"	" "	1040	880	880	933
5.	8.	82	1,2	4,0	"	" "	1008	956	1040	1001
6.	9.	84	1,2	3,2	"	" "	680	832	640	717
7.	10.	85	1,2	3,9	"	" "	1200	1730	1448	1460
8.	11.	86	1,8	4,6	"	" "	1170	1040	1320	1174
9.	12.	89	2,0	8,3	"	" "	1080	1660	880	1206
10.	13.	92	2,0	11,4	"	" "	1280	1384	1176	1280
11.	14.	92	2,0	14,3	"	" "	1464	1368	1120	1314
12.	15.	94	2,5	16,1	"	" "	wurde d. Brunnen aufgedeckt.			
13.	16.	94	2,8	15,9	4,3	" "	1272	2200	1906	1792
14.	17.	91	3,0	15,3	3,5	" "	5460	5120	4880	5152
15.	18.	89	3,1	12,9	"	" "	10240	10640	10485	10468
16.	19.	89	3,5	13,7	0,3	" "	6248	6400	6324	6324
17.	20.	90	4,0	14,0	2,4	" "	6144	6304		6150
18.	21.	90	5,0	12,6	"	" "	8572	8450		8511
19.	22.	92	5,0	13,1	2,9	" "	11520	10980		11250

Tabelle II.
Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besetzung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wasserstand.	Temperatur des Wassers.	Temperatur der Luft + C. °.	Niederschlags- menge in mm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl in Cem.		
							Rollröhrchen		Durch- schnitt.
							I.	II.	
20./V.		94		10,8	9,8				
21.		84		11,5					
22.		82		12,5					
23.		86		13,1					
24.		89		12,9					
25.	27./V.	94	4,5	14,2		0,05	640000	646400	643200
26.				14,8					
27.	29.	96	4,5	17,0		0,05	624000	627380	625690
28.	30.		4,5	19,2		0,05	663000	680000	671500
29.	31.		4,5	20,1		0,05	507520	526000	516760
30.	1./VI.		4,5	18,8	0,7	0,05	444600	444600	444600
31.	2.		4,5	16,2		0,05	508000	550000	529000
1./VI.				16,7					
2.	4.		4,5	12,3		0,05	281600	277888	279744
3.	5.	109	4,5	14,1		0,05	224000	224000	224000
4.	6.	108	4,5	15,0		0,05	212300	207018	209659
5.	7.	108	4,5	13,5	7,7	0,05	196040	192920	194480
6.	8.	109	4,5	11,6	3,2	0,05	186000	186000	186000
7.	9.	95	4,5	13,1	3,7	0,06	148000	148000	148000
8.	10.	90	4,5	11,6	1,8	0,05	120000	120000	120000
9.	11.	84	4,5	10,6	1,2	0,05	46800	47840	47320
10.	12.	89	4,5	15,0		0,05	47936	47104	47520
11.	13.	91	4,5	15,1		0,05	28800	28800	28800
12.	14.	108	4,5	18,5		0,05	27326	33600	29463
13.				19,2	2,4				
14.	16.	106	4,5	13,4	10,8	0,05	20800	16364	18582
15.	17.	91	4,5	13,6	1,0	0,05	24960	24960	24960
16.	18.	90	4,5	13,9	1,4	0,05	19136	19760	19448
17.	19.	84	4,5	20,0		0,5	24440	24440	24440
18.	20.	93	4,5	20,7	1,2	0,5	21192	20679	20935
19.	21.	90	4,5	18,0	3,9	0,5	19552	20176	19864
20.	22.	88	4,5	16,1	0,8	0,5	19810	19810	19810
21.	23.	87	4,5	11,6	4,6	0,5	24800	176000	21200

Tabelle III.
Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besetzung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wasserstand.	Temperatur des Wassers im Brunnen IV B.	Temperatur der Luft + C.°.	Niederschlagsmenge in mm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.		
							Rollröhrchen		Durchschnittszahl.
							I.	II.	
22./VI.		84	9,0	9,7	0,3				
23.	25./VI.	82	9,0	8,6	8,2	0,5	23760	24800	24280
24.		80	9,0	12,3		0,5	verflüssigt.		
25.		80	9,0	16,3	2,2				
26.	28.	84	9,2	15,8		0,5	verflüssigt.		
27.		87	9,2	16,6					
28.	1./VII.	88	9,2	16,8		0,5	16800	16800	16800
29.	2.	92	9,2	16,3		0,5	19840	11440	15640
30.	4.	93	9,2	19,1	1,8	0,5	6884	6676	6785
1./VII.	4.	94	9,2	15,8	5,8	0,5	6240	6240	6240
2.	5.	82	9,2	13,0	3,2	0,5	6132	6236	6184
3.	6.	83	9,2	12,5		0,5	4800	5200	5000
4.	7.	83	9,6	14,1		0,5	3952	3952	3952
5.	8.	87	9,6	16,9	1,8	0,5	4200	4360	4280
6.	8.	88	9,5	14,1	0,6	0,5	3566	4348	3957
7.	9.	83	9,5	16,3		0,5	12120	18288	15204
8.	10.	86	9,8	17,3	6,2	0,5	28200	25600	26900
9.	11.	84	9,8	18,2	0,4	0,5	24740	30160	27450
10.	12.	86	9,7	20,4	0,8	0,5	20800	23600	22200
11.		89	10,0	19,8	1,6				
12.		93	10,0	17,0					
13.		95	9,8	17,6					
14.		94	10,0	18,3	5,2				
15.		86	10,2	20,4	6,6				
16.	18.	80	10,6	22,4		0,5	43240	44920	44080
17.	19.	82	10,8	17,0	0,4	0,5	37600	37840	37720
18.	20.	83	11,0	22,0		0,5	31200	31200	31200
19.	21.	83	11,0	23,1		0,5	26400	21600	24000
20.		90	11,0	24,7	7,0				
21.				18,9	4,8				
22.	24.	86	11,0	17,2		0,5	16800	16720	16760
23.		88	11,0	18,2					
24.				18,8	15,8				

Tabelle IV.
Pumpbrunnen auf der Flor'schen Besetzung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Wasserstand.	Temperatur des Wassers.	Temperatur der Luft + C.°.	Niederschlagsmenge in mm.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.		
							Rollröhrchen		Durchschnitt.
							I.	II.	
25./VII.	27./VII.	80	11,0	20,3	0,8	0,5	16680	17500	17090
26.	28.	84	11,2	18,3		0,5	10400	10700	10550
27.	29.	87	11,0	16,2		0,5	12060	15200	13680
28.		88	11,0	18,5					
29.		92	11,2	18,2					
30.		96	11,0	17,1					
31.	2./VIII.	98	11,0	16,0		0,5	8320	9360	8840
1./VIII.	4.	103	11,0	16,4		0,5	7480	7480	7480
2.									
3.					0,4				
4.	8.	111	10,5	12,0	3,4	0,5	2400	2000	2200
5.	9.	110	10,5	10,8	2,6	0,5	3600	3800	3700
6.	10.	110	10,5	10,5	0,4	0,5	5200	4600	4900
7.	10.	112	10,5	14,4		0,5	4200	4400	4300
8.		112	10,5	18,6					
9.	12.	112	10,5	18,0		0,5	2800	3400	3100
10.		112	10,5	18,9	17,4				
11.	14.	105	10,5	18,1	0,2	0,5	10800	12200	11500
12.	15.	100	10,5	16,1	3,8	0,5	14200	15000	14600
13.	16.	97	10,5	12,7	7,2	0,5	14600	15800	15200
14.				13,1	1,2				
15.	18.	92	10,5	10,3	1,8	0,5	16200	16200	16200
16.	19.	90	10,5	10,4	1,0	0,5	14800	14600	14700
17.				8,3		0,5			
18.	21.	94	10,5	8,2		0,5	5200	5600	5400
19.				8,0	1,0				
20.	23.	95	9,8	7,7	8,0	0,5	5900	5400	5650
21.	24.	89	9,8	7,3	10,0	0,5	16800	16400	16600
22.	25.	84	9,6	8,4	3,0	0,5	24900	22400	23650
23.		82	9,5	8,7	1,0				
24.	27.	80	9,0	7,8	1,6	0,5	24400	22800	23600
25.	28.	78	9,0	9,7		0,5	19000	18200	18600
26.	29.	78	9,0	11,0	5,0	0,5	14800	14800	14800

Tabelle V.
Brunnen IV D.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit der Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Ccm.			Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.		
				I.	II.			
5./VI.	7. VI.	10	0,05	200000	200000	200000		Während der Arbeit, vor dem Hineinlassen der Thonröhren.
9.	11.	"	"	64000	66200	65100		Während der Arbeit aus dem Innern der Röhre.
10.	12.	"	"	480000	476000	478000		Aus dem Innern der Röhre während der Arbeit.
12.	14.	"	"	600000	560000	580000		Zwei mal ausgepumpt und die Röhrenwandung abgebürstet.
14.	16.	"	"	1600000	1600000	1600000		Ausgepumpt und gebürstet.
15.	17.	"	"	1800000	1800000	1800000		
16.	18.	"	"	unzähl.	unzähl.	unzähl.		
17.	19.	"	0.005	1840000	1920000	1880000		10 Liter Carbol-schwefelsäure hineingegossen.
18.		"		Keine Probe genommen			C. R.	Ausgepumpt.
19.	21.	"	1,0	91000	92000	91500	C. R.	Ausgepumpt.
20.	22.	"	0,5	unzähl.	unzähl.	unzähl.	C. R.	Ausgepumpt.
21.	23.	"	0,05	320000	320000	320000	Keine R.	
23.	25.	"	"	632000	624000	628000	C. Geruch.	
26.	28.	"	"	720000	720000	720000	"	
28.	30.	"	"	832000	832000	832000	"	
29.	1./VII.	"	"	996000	1032000	1014000	"	12 Liter Carbol-schwefelsäure hineingegossen.
30.	3.	"	1,0	keimfrei	keimfr.	keimfr.	C. R.	
30.	3.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.

Fortsetzung.

Tabelle V.
Brunnen IV D.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit der Entnahme	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Ccm.			Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.		
				I.	II.			
1./VII.	4./VII.	10	1,0	keimfr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	Ausgepumpt.
1.	4.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
2	6.	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
2.	6.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
3.	7.	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
3.	7.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
4.	8.	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
4.	8.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
5.	9	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
5.	9.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
6.	9.	"	"	2800	2800	2800	"	Ausgepumpt.
6.	9.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
7.	9.	"	"	44800	46000	45400	C. Geruch	Ausgepumpt.
7.	9.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
8.	10.	"	0,05	84000	80000	82000	"	Ausgepumpt.
9.	11.	"	"	436000	456000	446000	"	Ausgepumpt.

Tabelle VI.
Brunnen IV D.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit d. Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.				Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.	Controll-Probe mit Bac Kieler		
				I.	II.				
6./IX.									Desinficirt.
7.	11.	10	1,0	keimfr.	keimfr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	Nicht gepumpt.
8.	12.	"	"	"	"	"	"	"	Nicht gepumpt.
9.	12.	"	"	"	"	"	"	"	Nicht gepumpt.
10.	13.	"	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
11.	14.	"	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
12.	14.	"	"	1600	1700	1650	keimbalt.	"	Ausgepumpt.
13.	15.	"	"	18480	18800	18640	"	"	Ausgepumpt.
14.		12							Abermals desinf.
15.	19.	10	1,0	keimfr.	keimfr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	25-30 Lit. abgepumpt.
16.	20.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
17.	21.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
18.	22.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
19.	23.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
20.	24.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
21.	25.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
22.	26.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
23.	27.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
24.	28.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
25.	29.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
26.	30.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
27.	1./X.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
28.	2.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
29.	3.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
30.	4.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
1./X.	5.	"	"	"	"	"	"	"	Zweimal täglich zu 25 - 30 Liter abgepumpt.
2.	6.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
3.	7.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
4.	8.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
5.	9.	"	"	"	"	"	"	"	" " "
6.	10.	"	"	1050	1080	1065	keimbalt.	"	" " "
7.	11.	"	"	1230	1150	1190	"	"	" " "
8.	12.	"	"	1600	1700	1650	"	"	Einmal am Tage abgepumpt.
9.				wurde keine Probe genommen				"	"
10.				wurde keine Probe genommen				"	Zweimal vollständig ausgepumpt.
11	14.	10	1,0	unzähl.	unzähl.	unzähl.	keimbalt.	keine R.	Abgepumpt.

Tabelle VII.
Brunnen IV A.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit d. Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.			Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.		
				I.	II.			
1. VII.	4./VII.	10	0,05	870000	840000	255000		Desinficirt.
31.	3./VIII.	"	1,0	keimfr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	Ausgepumpt.
31.	3.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
1./VIII.	4.	11	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
1.	4.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
1.	4.	4	"	25	33	29	"	Ausgepumpt.
1.	4.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
2.	6.	11	"	35	37	36	"	Ausgepumpt.
2.	6.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
3.	7.	"	"	60	82	" 71	C. R.	Ausgepumpt.
3.	7.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
4.	8.	"	"	70	68	69	"	Wenig Wasser.
5.	9.	10	"	120	98	109	"	Wenig Wasser, nicht gepumpt.
6.	10.	"	"	144	160	152	"	" "
7.	11.	"	"	184	224	204	"	" "
8.	12.	"	"	240	332	286	"	" "
9.	13.	"	6	260	220	240	"	" "
11.	14	"	"	312	280	296	"	" "
13.	18.	"	"	936	1040	988	"	" "

Tabelle VIII.
Brunnen IV B.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit d. Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.			Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.		
				I.	II.			
1./VII.	4./VII.	10	0,05	1064000	1048000	1056000	C.	Desinfectirt.
5./VIII.	9./VIII.	"	1,0	keimtr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	Ausgepumpt.
5.	9.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
6.	10.	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
6.	10.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
7.	11.	"	"	24	18	21	"	Ausgepumpt.
7.	11.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
8.	12.	"	"	42	48	45	"	Ausgepumpt.
8.	12.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
9.	12.	"	"	284	302	293	"	Ausgepumpt.
9.	12.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
10.	13.	"	"	1726	1836	1781	"	Ausgepumpt.
11.	13.	"	"	4400	4200	4300	"	" "
12.	14.	"	"	44400	47600	46000	"	" "
13.	15.	"	0,5	80000	67000	73500	C. Geruch.	Nicht gepumpt.
15.	17.	"	"	266000	256000	261000	"	" "
16.	18.	"	"	328000	328000	328000	"	" "
17.	19.	"	0,05	296000	296000	296000	"	" "
18.	20.	"	0,05	336000	336000	336000	"	" "
19.	21.	"	0,05	328000	312000	320000	"	" "

Tabelle IX.
Brunnen IV C.

Drucke 11

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit d. Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.			Reaction.	Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.		
				I.	II.			
1./VII.	4./VII.	10	0,05	1120000	1120000	1120000		Desinfectirt.
13./VIII.	17./VIII.	"	1,0	keimfr.	keimfr.	keimfr.	C. R.	Ausgepumpt.
13.	17.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
14.	18.	"	"	"	"	"	"	Ausgepumpt.
14.	18.	"	"	"	"	"	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
15.	18.	"	"	32	40	36	"	Ausgepumpt.
15.	18.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
16.	19.	"	"	88	72	80	"	Ausgepumpt.
16.	19.	"	"	gross	gross	zählbar	"	Die Probe mit Bac. Kieler inf.
17.	20.	"	"	14800	14800	14800	"	Ausgepumpt.
18.	20.	"	"	24800	24000	24400	"	" "
19.	21.	"	"	verflüssigt			Keine R.	" "
20.	22.	"	0,05	236000	242000	239000	C. Geruch.	" "

Tabelle X.
Brunnen IV D.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Zeit d. Entnahme.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Cem.			Bemerkungen.
				Rollröhrchen		Durchschnitt.	
				I.	II.		
19./VII.	21./VII.	8	0,005	1080000	1020000	1050000	Vor d. Auspumpen.
19.	21.	11	"	480000	440000	460000	Ausgepumpt.
19.	21.	2	0,05	96000	88000	92000	" "
19.	22.	5	"	60000	60000	60000	" "
19.	22.	8	"	34000	38000	36000	" "
20.	22.	8	0,5	28600	30200	29400	" "
20.	22.	11	"	12400	13000	12700	" "
22.	24.	11	0,05	824000	824000	824000	Nicht gepumpt.
25.	27.	19	"	1330000	1164000	1247000	" "
27.	29.	10	0,005	1540000	1540000	1540000	Vom 20. nicht gep.
24./VIII.	26./VIII.	7	"	1655000	1680000	1667000	Ausgepumpt.
24.	26.	10	0,05	160000	176000	168000	" "
24.	26.	1	0,05	42800	46600	44700	" "
24.	27.	4	0,5	21600	19800	20700	" "
24.	27.	7	"	30000	27900	28700	" "
25.	27.	7	"	18000	18200	18100	" "
25.	28.	10	1,0	7000	7480	7240	" "
25.	28.	1	"	1066	1272	1169	" "
25.	28.	4	"	3700	4000	3850	" "
25.	28.	7	"	20000	17200	18400	" "
26.	28.	7	"	48800	55200	52000	" "
26.	28.	10	"	10200	9600	9900	" "
26.	29.	1	"	23000	22400	22700	" "
26.	29.	4	"	4000	3700	3850	" "
26.	29.	6	"	4500	5400	4950	" "
27.	29.	7	"	15900	15600	15750	" "
27.	29.	10	"	18000	18000	18000	" "
27.	30.	1	"	6300	7000	6650	" "
27.	30.	4	"	2800	3000	2900	" "
27.	30.	6	"	6140	6500	6320	" "
28.	30.	7	"	20200	18400	19300	" "
28.	30.	10	"	18800	16400	17600	" "
28.	30.	1	"	16000	12800	14400	" "
28.	31.	4	"	10000	9600	9800	" "
28.	31.	6	"	6000	6000	6000	" "
29.	31.	7	"	12000	12800	12400	" "
29.	31.	10	"	18400	21200	19800	" "
29.	31.	12	"	16800	15600	16200	" "
29.	1./IX.	4	"	14800	13200	14000	" "
29.	1.	6	"	9800	9600	9700	" "

Tabelle XI.
Pumpbrunnen auf der Grenzstein'schen Besizung.

Tag der Entnahme.	Tag der Untersuchung.	Temperatur der Luft + C. °.	Wieviel Wasser zur Untersuchung genommen.	Colonienzahl im Ccm.			Die Summe der Niederschlags- mengen aus den der Untersuchung vorangehenden Tagen.
				Rollröhrchen		Durch- schnitt.	
				I.	II.		
15./VI.	17./VI.	13,6	0,5	57600	59600	58600	
19.	21.	18,0	"	23870	23600	23735	3,6
20.	22.	16,1	"	21530	21760	21645	3,9
23.	25.	8,6	"	56000	55600	56800	5,7
26.	29.	15,8	"	66400	64800	65600	10,4
29.	2./VII.	16,3	"	18020	16970	17495	0,0
1./VII.	4.	15,8	"	23080	22860	22970	1,8
5.	8.	16,9	"	14470	14470	14470	9,0
9.	11.	18,2	"	9200	9600	9400	8,6
11.	13.	19,8	"	41200	43400	42300	1,2
16.	18.	22,4	"	55740	56800	56270	13,4
17.	19.	17,0	"	42200	45000	43600	0,0
22.	24.	17,2	"	6000	6160	6080	12,2
25.	27.	20,3	"	9990	9990	9990	15,8
26.	28.	18,3	"	13600	14120	13860	0,8
27.	29.	16,2	"	16000	16600	16300	0,0
31.	2./VIII.	16,0	"	12160	11750	11955	0,0
5./VIII.	8.	10,8	"	7000	8600	7800	3,8
7.	10.	14,4	"	14000	12000	13000	3,0
11.	14.	18,1	"	5600	6400	6000	17,4
12.	15.	16,1	"	7000	5800	6400	0,2
13.	16.	12,7	"	2600	3800	3200	3,8
16.	19.	10,4	"	15200	11200	13200	10,2
17.	20.	8,3	"	12000	10800	11400	1,0
18.	21.	8,2	"	11970	14000	12985	0,0
19.	22.	8,0	"	12400	12700	12300	0,0
20.	22.	7,7	"	16800	15400	16100	0,0

Tabelle XII.
Gekochtes Wasser am Bahnhof zu Jurjew.

Thongefäss in der I. Classe.					Thongefäss in der III. Cl.					Holzgefäss auf dem Perrön.					Kupferkessel im Maschinenraum, in welchem das Wasser gekocht wird.				
Colonienzahl in einem Ccm.					Colonienzahl im Ccm.					Colonienzahl im Ccm.					Colonienzahl im Ccm.				
Rollröhren.					Rollröhren.					Rollröhren.					Rollröhren.				
Monat.	D. 24	I.	II.	III.	Durchschn.	I.	II.	III.	Durchschn.	I.	II.	III.	Durchschn.	I.	II.	III.	Durchschn.		
Juni	3	13000	1,9	16000	0,5	14500	0,5	11400	1,0	11520	0,3	11460	28000	1,0	27200	0,5	27600		
"	5	3172	1,0	3160	0,5	3166	0,5	10800	1,0	11208	0,5	11004	8800	1,0	8800	0,2	8800		
"	8	18720	1,9	20040	0,5	19380	0,5	9600	1,0	10000	0,5	9800	32300	1,0	32840	0,5	32570		
Juli	15	23120	1,0	24800	0,5	23960	0,5	12680	1,0	13300	0,5	12990	unzähl.	1,0	unzähl.	0,5	unzähl.		
"	16							42448	1,0	32448	0,5	32448	50880	0,1	79000	0,5	92940		
"	17							46200	1,0	45000	0,5	45600	544000	0,05	598400	0,05	571200		
Holzgefäss auf dem Perrön in Walk.					Holzgefäss auf dem Perrön in Sagnitz.					Holzgefäss auf dem Perrön in Bockenhof.					Theemaschine im Wartesaal von Elwa.				
Aug.	22	204000	0,05	174428	0,5	189214	0,5	180000	0,05	48000	0,05	48000	40000	0,0	42400	0,05	41000		

Thesen.

1. Das Grundwasser bietet in Bezug auf Infectionsgefahr absolute Sicherheit.
2. Durch die Brunnendesinfection lässt sich nur die Keimfreiheit, resp. der Keimgehalt des Grundwassers, nicht aber die Keimzahl mit Sicherheit bestimmen.
3. Bei der Anlage von Brunnen muss die Tiefe für jeden Bezirk besonders durch eine bacteriologische Untersuchung festgestellt werden.
4. Während einer Choleraepidemie dürfen in den Cholerabezirken die Abtritte nicht entleert werden.
5. Während einer Choleraepidemie soll den städtischen Armen nicht nur ein ausreichender Ersatz für die durch die Desinfection vernichteten Sachen und Speisevorräthe geschafft werden, sondern auch Vorsorge für gute, billige und unentgeltliche Nahrung getroffen werden.
6. Der Schmutz ist durch die Desinfection nicht zu bekämpfen.
7. Die Verordnung von Calomel ist bei wasser-süchtigen Nierenkranken contraindicirt.